



И.Т. Глебов

**ОЧЕРКИ ПО ИСТОРИИ
ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ
РЕЗАНИЕМ**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Кафедра инновационных технологий и оборудования деревообработки

И.Т. Глебов

**ОЧЕРКИ ПО ИСТОРИИ
ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ
РЕЗАНИЕМ**

Учебное пособие

Екатеринбург 2016

УДК 674.028.9

Рецензенты:

Уласовец В.Г., доктор техн. наук, профессор кафедры механической обработки древесины ИЛБиДС Уральского государственного лесотехнического университета

Глебов И.Т.

Очерки по истории обработки древесины резанием. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2016. – 90 с.

Книга состоит из трех глав.

В первой главе учебного пособия показаны изделия из древесины, используемые на древней Руси. Это точеные изделия, бондарные, ковши, ложки, изделия вышедшие из под топора плотника и столяра. Затем рассмотрены орудия труда, включая каменные режущие инструменты эпохи палеолита с изобретением рукоятки. Рассмотрены бронзовые и стальные инструменты XIV века: топоры, тесла, пилы. Показаны материалы современных режущих инструментов.

Во второй главе книги рассмотрена история развития технологии и машин деревообработки: эволюция токарного станка, развитие в период мануфактурного производства, фабрично-заводского производства. Показана эволюция машин для валки и разделки деревьев, развитие деревообработки в период рождения железнодорожного транспорта, судостроения, развитие лесопиления.

В третьей главе рассмотрена история развития науки о резании древесины. Дано понятие о науке, показаны первые эмпирические знания и рождение науки в трудах И.А. Тиме. Показаны современные научные школы и достижения школы А.Л. Бершадского.

Учебное пособие предназначено для студентов лесотехнических вузов, бакалавров, магистров, аспирантов.

Ил.40. Библиогр.: 21 назв.

УДК 674.028.9

ISBN

© И.Т. Глебов, 2016

©

*Когда б вы знали, из какого сора
Растут стихи, не ведая стыда,
Как желтый одуванчик у забора,
Как лопухи и лебеда*

(Анна Ахматова)

ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе читателю предлагаются очерки по истории обработки древесины резанием. Очерки – это рассказы, в которых анализируются исторические факты в истолковании автором.

Деревообработка у народов, населявших территорию современной России, зародилась давно. С древних времен из древесины делались орудия труда, быта (жилье, ложки, посуду, емкости для хранения пищевых продуктов, украшения, транспортные средства и др.), орудия для ведения войны, культовые заведения (храмы), лодки, корабли, погребальные сооружения и др. Все начиналось с примитивных устройств древней Руси и развивалось до современных изделий. Перечень событий по изготовлению изделий из древесины, которые произошли в прошлом, составляет историю развития деревообработки. При этом история развития технологии и оборудования деревообработки была неразрывно связана с развитием экономики, культуры, достижениями науки и практики своего времени, общественными отношениями.

Для понимания темы отметим основные исторические вехи возникновения и развития государства российского.

1. Согласно данным археологии, древние люди заселили территорию современной России давно: например 2 млн лет назад Таманский полуостров, 730...350 тыс. лет назад территорию Воронежской, Калужской, Тульской, Волгоградской областей, 43 тыс. лет назад Тюменскую область, 24 тыс. лет назад Иркутскую область и т.д. [21].

2. В V веке н. э. с территории северной Польши на территорию России проникли славянские племена. В результате к VI—VIII векам в общих чертах сложились все основные племена восточных славян.

3. В 882 году новгородский князь Олег объединил северные и южные земли славян, сделав город Киев своей столицей. В историографии объединение земель под властью Рюриковичей рассматривается как окончание процесса формирования Древнерусского государства.

4. В 1237...1240 годах большинство русских земель подверглись разрушительному нашествию Батые. Древнерусские города были разрушены, южные и юго-восточные окраины утратили значительную часть оседлого населения. Русские княжества стали данниками Золотой Орды, и князья в них стали получать власть над своими землями с санкции ханов Золотой Орды. Этот период вошёл в историю как монголо-татарское иго, который продолжался до 1480 г.

5. В XV-XVI веках происходит становление российского государства, начатое с завершением татаро-монгольского нашествия.

В начале XV века великий князь Василий I, купил ярлык на Нижегородское княжество. В 1485 г. великий князь московский Иван III объединил русские земли вокруг Москвы и титулировал себя «государем всея Руси». Позднее были присоединены Псков, Рязань, Смоленск, Казанское и Астраханское ханства, башкирские земли, а в XVII веке Левобережная Украина и Сибирь. Формируется монархия с сильной великокняжеской властью [11].

Возникает вопрос: зачем нужно изучать историю?

Один из крупнейших русских историков В.О. Ключевский писал по этому поводу: *«Прошедшее нужно знать не потому, что оно прошло, а потому, что, уходя, оно не умело убрать своих последствий»*. Из этого афоризма следует, что если в настоящем не всё благополучно, то причины этого неблагополучия находятся в прошлом, и

для устранения неблагополучия необходимо знать достоверное прошлое.

В.О. Ключевский утверждает, что *история не учительница, а надзирательница: она ничему не учит, а только наказывает за незнание уроков*. Ошибки прошлых эпох в будущем слепо воспроизводятся в автоматическом режиме, пока люди не переосмыслят прошлого. Только изменив нравственно-этические стандарты, можно избавиться от пережитков прошлого. Убрав разнообразное зло в настоящем, на основе познания прошлого, люди не пускают его в будущее.

История помогает людям ответить на вопрос: «Кто мы есть»? Именно она исследует то, что было до нас. Из истории можно извлечь опыт, который будет полезным в будущем, определить цели развития общества и экономики в целом. Современные политики, например, полагаются на опыт предков и стараются не допускать их ошибок. Творческие люди используют древние произведения искусства для создания новых идей. Большинство современных лекарств пришли из глубокой древности, и отличаются только способом их получения в современных условиях.

Наконец, изучая и анализируя данные от разных авторов с разных точек зрения, история дает возможность сформировать свою картину мира, понять основные закономерности развития общества.

Изучение истории развития деревообработки – актуальная задача, прошлое деревообработки всегда контактирует с настоящим.

Предлагаемое учебное издание написано как учебное пособие, предназначенное для студентов бакалавров и магистров, изучающих историю развития обработки древесины резанием.

ИЗДЕЛИЯ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

1.1. Материал для изделий

Россия – страна лесов с огромными запасами деловой древесины, из которой всегда делали дома, мосты, мебель, транспортные средства (сани, лыжи, лодки, суда, вагоны и самолеты), трубопроводы, предметы домашней утвари. Важнейшие первые изобретения человека тоже связаны с использованием древесины: колесо, ложка, велосипед, ткацкие и гончарные машины, токарные станки и др.

Для изготовления изделий использовались различные породы деревьев. На основании человеческого опыта, накапливаемого тысячелетиями, люди научились подбирать для конкретных нужд ту или иную породу древесины.

В древней Руси для изготовления деревянных изделий использовали древесину сосны, ели, лиственницы, пихты, кедра, можжевельника, дуба, бука, ясеня, клена, березы, липы, ольхи, ивы, осины, вяза, ильма, лещины, рябины, яблони, груши, черемухи, самшита, тисса, каштана и грецкого ореха.

Самыми распространенными породами древесины были сосна и ель. Из них строили жилища, городские укрепления, мостовые, водопроводы, корабли, станки, разные ремесленные приспособления и орудия труда.

Для изготовления точеной посуды применяли только клен и ясень, точеные коробочки делали из ольхи, ложки и ковши – из клена, бондарную посуду, кроме бочек, изготавливали из сосны и ели, а бочки – чаще всего из дуба. Полозья саней всегда делали дубовыми. Для мебели и других изделий, украшенных резьбой, применяли липу. Гребни делали в основном из самшита.

1.2. Породы древесины российского леса

В лесах России произрастают деревья различных пород, древесина которых используется для различных хозяйственных нужд.

Так, **береза**, например, применяется в строительстве, в столярно-мебельном производстве. Из нее изготавливают лущеный шпон, фанеру, деревянные части инструментов, ложе охотничьих ружей, лыжи, различные древесные плиты. Хорошо отделанные изделия отличаются большой декоративностью, неповторимыми формами и красивой текстурой.

Береза – порода заболонная, без спелой и ядровой древесины. Древесина белого цвета с легким красноватым и желтоватым оттенком, отличается средней твердостью, упругостью, прочностью, однородностью и тонкостью строения.

Береза легко поддается обработке резанием, точением, хорошо полируется, благодаря чему широко используется в производстве деревянных изделий.

На стволах березы часто образуются наплывы и капы самой различной формы и видов, которые используются для поделок и сувениров.

Бук. Древесина бука с красивой текстурой в радиальном разрезе, очень прочная, хорошо гнется, но подвержена загниванию. В зависимости от возраста имеет различную окраску. Порода заболонная, древесина светлая с желто-красным оттенком. Годовые слои хорошо заметны на всех срезах, сосуды мелкие, сердцевинные лучи, напоминающие широкие штрихи, более темного цвета, чем древесина, видны на всех срезах и образуют характерную для бука крапчатую или пятнистую текстуру.

Бук – материал плотный, твердый, легко поддается обработке, резке и точению, пластичен, хорошо красится и отделывается.

Из бука изготавливают гнутую мебель, клепку для бочек под сливочное масло и нефтепродукты, паркетный фриз, строганный шпон, чертежные принадлежности (линейки, треугольники), корпуса для столярного инструмента, детали музыкальных инструментов.

Дуб. Древесина дуба твердая, тяжелая, характеризуется высокой прочностью и стойкостью против гниения, красивой текстурой и цветом зеленовато-коричневая, с мощным грубым рисунком волокон, причем светлые участки отличаются особой крепостью и каким-то костяным блеском.

Дуб легко поддается механической обработке, хорошо отделяется и гнется, используется для резьбы и оформления интерьера. Его применяют в столярно-мебельном, бондарном и фанерном производствах (рис. 1).

Из-за дефицитности дубовой древесины в столярном производстве ее используют преимущественно в виде шпона, в строительстве – для изготовления паркета. В мебельной промышленности ценится мореный дуб, имеющий темно-серый цвет.

Дуб естественного морения получается из дубовых стволов, долго (сотни лет) находившихся в речной воде. Мореный дуб отличается повышенной твердостью.



Рис. 1. Изделия из дуба

Ель. Основное отличие ели – мутовчатое расположение сучьев. Порода имеет смоляные ходы, но мало смолиста. Древесина однородного строения, белого цвета с легким желто-розовым оттенком, мягкая, средней пластичности, легкая, хорошо окрашивается. Ель отличается наличием сучков повышенной твердости.

Ель является основным сырьем для целлюлозно-бумажной промышленности. Из-за большой сучковатости ель не очень хорошо под-

дается обработке, но однородность строения и высокая способность резонировать делают ее незаменимой при производстве музыкальных инструментов.

Ель используют для получения дранки, гонта, стружек для упаковки.

Кедр – порода ядровая, с широкой бело-розовой заболонью, которая мало отличается от буровато-розового ядра, имеет многочисленные крупные и мелкие смоляные ходы. Годичные кольца хорошо заметны, разницы между поздней и ранней древесиной нет.

Древесина кедра легкая, мягкая, красивая по текстуре и цвету, хорошо режется, легко обрабатывается на токарных станках, отличается большой стойкостью против гниения, поэтому широко используется для изготовления резных изделий, размещенных на открытом воздухе.

Кедр используется в столярно-мебельном и карандашном производстве, в строительстве.

Липа является лучшим материалом для резьбы самых разных изделий. Древесина липы мягкая, легкая, мало подвержена растрескиванию, короблению, не усыхает, имеет белый цвет. Она не заменима в изготовлении сувениров, игрушек, резного декора для украшения дома, различной деревянной посуды. Из нее до сих пор делают загорские матрешки, резные игрушки, точат посуду, бочки.

Лиственница занимает огромные площади в нашей стране, в основном в Сибири. Древесина ее наиболее крепкая и упругая по сравнению с другими хвойными породами. Лиственница настолько пропитана смолистыми веществами, что свежесрубленное дерево по массе в несколько раз тяжелее сосны и ели. Ее нельзя транспортировать самоплавом, поскольку она тонет в воде. Плотность и прочность лиственницы почти на 30% выше плотности и прочности сосны. Древесина ее хорошо противостоит гниению и наравне с дубом служит для изготовления корабельных днищ, мостовых свай и других подводных сооружений.

Ольха – порода заболонная, часто имеет ложное ядро. Цвет в свежесрубленном состоянии белый, на воздухе краснеет и становится

желтовато-красной. Годичные кольца мало заметны. Сердцевинные лучи узкие, простым глазом не видны. На комлевых частях ствола ольхи возможны наросты, капы.

Древесина ольхи мягкая, легкая, хорошо режется, мало коробится, хорошо протравливается и полируется, очень стойкая к воде, поэтому она используется для изготовления свай, колодезных срубов, шахтных подпорок.

Осина обладает рядом замечательных качеств: морозо-, влаго- и кислотоустойчивостью. Древесина осины отличается мягкостью, однородностью текстуры, белизной и чистотой, меньше других поддается червоточине. Одно из важных ее свойств – светостойкость. Она долгое время не желтеет, если находится в помещении. При сгорании осина не дает копоти, и поэтому незаменима в спичечном производстве. Из осины делают стружку для упаковки фруктов. Осина может долго не гнить в воде. Исстари на Руси сруб для погреба или колодца, особенно нижнюю его часть, делали из осины. Кроме того, ее древесина в воде становится очень плотной и не пропускает воду. Поэтому из осины делают бочки, ушаты, корыта (рис. 2). Для кровли крыш всегда старались использовать дранку из осины. Купола знаменитых северных деревянных храмов покрыты лемехом (гонтом), т. е. небольшими фигурными дощечками. От солнца и дождя лемех со временем приобретает красивую серебристо-серую окраску.



Рис. 2. Изделия из осины

Осина широко используется для резьбы. Однородная древесина позволяет делать порезки в любом направлении, не скалывается и не сминается под резцом.

Пихта – дерево семейства сосновых, широко распространено на северо-востоке европейской части нашей страны в таежной зоне Сибири, встречается и в некоторых других районах страны.

Пихта – самая легкая и мягкая из хвойных пород. В древесине пихты нет смоляных ходов. Это позволяет изготавливать из нее тару для пищевых продуктов. Из пихты кавказской получают крупный пиловочник и так называемый резонансный кряж, необходимый для изготовления музыкальных инструментов. Древесина пихты отличается красивой декоративной текстурой, шпон из нее идет на отделку мебели. Пихта – ценнейшее сырье для целлюлозно-бумажного производства.

Сосна произрастает в России почти повсеместно. На севере европейской части нашей страны сосна отличается мелкослойной плотной древесиной и относительно неширокой заболонью. В ней мало сучьев, небольшой сбег (ровный ствол), она смолиста. Такую сосну называют кондовой или рудовой.

Более мягкую и менее смолистую, широкослойную сосну, растущую на глинистых почвах, называют мяндовой.

Сосна – порода ядровая, со смоляными ходами. Заболонь желто-белого цвета, годовые слои четкие на всех срезах с резким переходом от ранних светлых к поздним темным. Древесина сосны мягкая, умеренно легкая, механически прочная, не пластична, слабо поддается загниванию, имеет запах скипидара, она хорошо обрабатывается и отделяется только после обессмоливания.

Сосна, как наиболее распространенная хвойная порода, широко используется в строительстве, мебельном производстве и других отраслях народного хозяйства, применяется в деревянном зодчестве и резьбе.

Тополь. Древесина тополя мягкая, легкая, однородного строения, с неярко выраженным рисунком текстуры, почти не растрескивается

при сушке, поддается обработке резанием и отделке. Годичные слои видны во всех срезах.

Древесину тополя используют в целлюлозно-бумажной промышленности для получения бумаги и картона. Тополь черный применяют в мебельном производстве для изделий, требующих отделки, а также для изготовления деревянной посуды и домашней утвари. Комлевая часть стволов черного и канадского тополей отличается красивой текстурой и используется для производства шпона.

1.3. Точеные изделия

Изготовление точеных изделий на Руси можно отнести к XII веку [1]. В это время токарный станок на территории Новгорода и Поволжья был уже известен. В XVI-XVII вв. простейший токарный станок лучкового типа был уже известен любому ремесленнику. На станке вытачивали деревянную посуду (рис. 3).

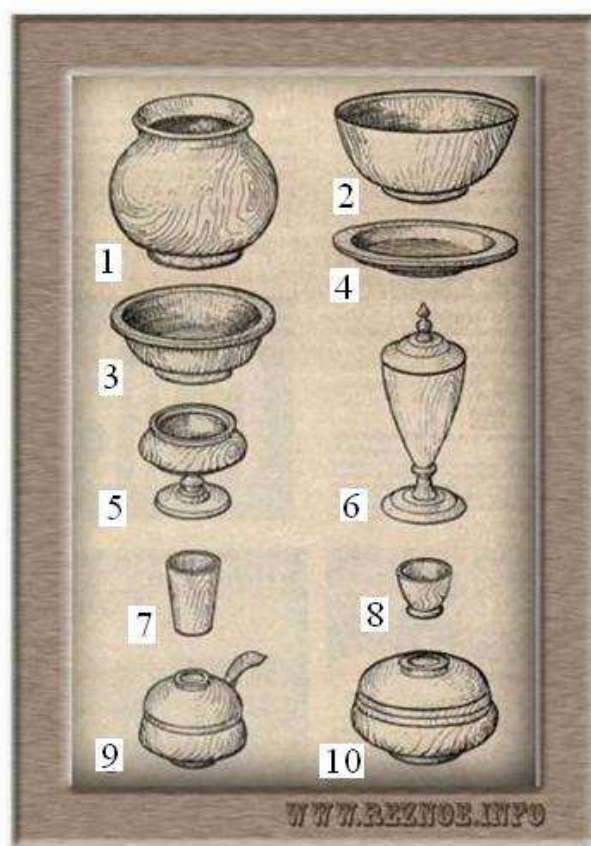


Рис. 3. Формы русской точеной посуды:

1 – братина; 2 – чаша; 3, 4 – блюда; 5, 6 – кубки; 7 – стакан;
8 – чарка; 9 – ставчик; 10 – ставец

Самым распространенным из посуды был ставец. Это глубокий сосуд с плоским дном и объемной крышкой. Иногда они снабжались рукояткой. Использовались ставцы и ставчики как обеденная посуда.

В праздники на стол ставили братины, блюда, кубки, чарки, стопы. Братина – сосуд шарообразной формы с плоским дном и небольшой шейкой сверху. В ней подавали напитки. На блюдах подавали пироги, мясо, рыбу, сладости.

Чаша – сосуд с плоским дном и небольшим круглым рельефом. Отношение высоты к диаметру чаш равняется 1:3. Крупные чаши достигают в диаметре 30 см.

Технология точения постоянно совершенствовалась. Из кряжа отрубали или отпиливали по длине отрезки, равные диаметру точеного изделия с припуском на обработку. Затем отрезки раскалывали по диаметральной плоскости и отесывали топором до формы полушара. Получали баклушу, которую устанавливали на токарный станок.

Выпуклую поверхность баклуши фиксировали на трезубце шпинделя станка, а противоположную плоскую поверхность на конусе задней бабки.

Точение сосуда начинали с наружной стороны баклуши. После удаления следов обработки топором, вытачивали наружную стенку сосуда. Оставив с наружной стороны цилиндр крепления, начинали вытачивать внутреннюю полость сосуда. При точении оставляли внутренний цилиндр крепления. После чистовой обработки наружной и внутренней поверхностей сосуда цилиндры крепления подрезали, и сосуд снимали. Выточенные сосуды оставляли чаще всего без покрытий, так как естественная текстура ясеня и клена была достаточно красива и прочна. Иногда точеные сосуды с наружной и внутренней стороны покрывали краской желтого или красного цвета.

В современных условиях с помощью токарного станка изготавливают около 100 наименований точеных изделий (балясина, булава, игрушки, катушки, молоток кухонный, ножки для мебели и др.).

1.4. Бондарные изделия

Бондарные изделия – это сосуда (бочки, чаны, кадки), предназначенные для хранения и транспортировки жидких и сыпучих продуктов. Их собирают из отдельных деревянных планок-клепок и скрепляют обручами. Изделия бывают с вставным одним или двумя днищами. Наибольшее распространение имели открытые емкости с одним дном: ведра, лохани, ушаты, подойники (емкости, используемые при дойке животных), кадки. Они использовались для хранения жидкостей, зерна, квашения капусты, соления рыбы, мочения яблок и др.

Эти сосуда (рис. 4) всегда изготавливались традиционных типов и емкости. Объем ведер колебался от 10 до 12 л. Емкость жбанчиков составляла 0,5...3 л, ушатов – 2...10 л. Несколько шире колебалась емкость лоханок – от 6 до 25 л.



Рис. 4. Бондарные изделия
XIV-XV вв.:

- 1 – кадка; 2, 3 – питьевые чаши;
- 4 – пивной жбанчик; 5 – лоханка;
- 6 – стакан; 7 – ведро;
- 8 – маслбойка; 9 – бочонок;
- 10 – ушат; 11 – лоханка;
- 12 – лоханка на ножках;
- 13 – подойник

Закрытые емкости с двумя днищами использовались для приготовления и хранения вина, перевозки и хранения воды. Емкости бочек и кадок были большими. Емкость бочки достигала до 500 л.

Технология изготовления бочки была такова. Еловый или сосновый кряж делился на чурки заданной длины. Чурки раскалывались на 4 части. Затем каждая четвертинка в *радиальных* плоскостях раскалывалась на заготовки для клепок толщиной 30 мм.

Такие клепки не растрескиваются при эксплуатации изделия. Стругом и рубанком заготовки обрабатывались до требуемых размеров. Клепка делалась слегка вогнутой и несколько тоньше в средней части.

Для сборки готовились три монтажных обруча. Обручи могли быть деревянными из прутьев или металлическими.

Далее собирался остов (каркас) бочки. Для этого нижние концы клепок вставлялись в монтажное кольцо, а верхние в верхний обруч и фиксировались струбцинами [2]. После сборки остова нижние концы клепок распаривались в кипятке в течение 30 мин, а затем стягивались веревкой, и на остов надевался нижний обруч.

Отступив от края остова 4 см, с внутренней стороны остова делались желобки для доньев. Для установки дна обруч несколько смещался к середине остова, клепки раздвигались и позволяли завести дно в желобок. После этого обруч возвращался к краю и зажимал дно (рис. 5).



Рис. 5. Современные бочки

1.5. Деревянные ковши и ложки

Ковш – это деревянный сосуд для питья и разлива браги, кваса. На Руси ковши издавна вырезали резцами из дерева. Ковш имеет форму ладьи с одной высоко приподнятой ручкой или двумя в ви-

де головы и хвоста птицы (рис. 6). Ковши имеют различную форму, размеры и назначение: московские ковши, тверские, вологодские и др.

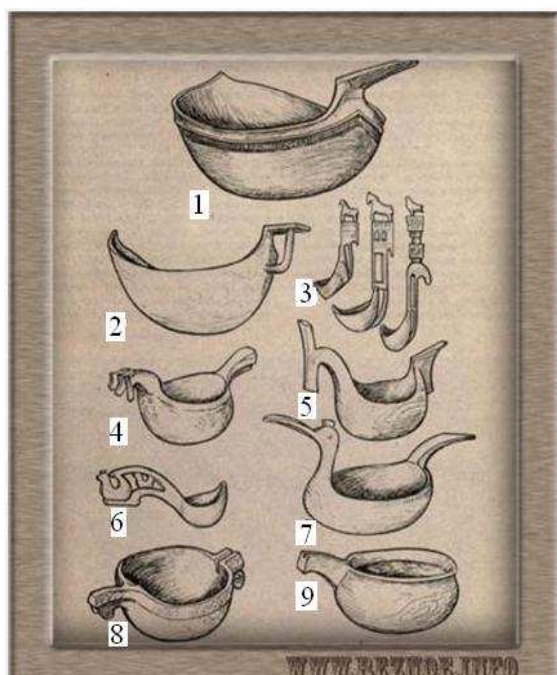


Рис. 6. Ковши:

- 1 – ладьевидный московский;
- 2 – большой козьмодемьянский;
- 3 – козьмодемьянские черпаки;
- 4 – тверской «конюх»;
- 5 – ярославский; 6 – вологодский;
- 7 – северодвинский скопкарь;
- 8 – тверская ендова;
- 9 – северодвинская ендова

Ендова – разновидность ковша с широким горлом, используемого на пирах для разлива напитков. Некоторые ковши достигали в диаметре 60 см и вмещали напитков до четырех ведер.

Скопкарь – ладьевидный сосуд с двумя рукоятками, одна из которых в виде головки (иногда хвоста) птицы или коня (рис. 7). Большими скопкарями подавали напитки на стол, а малые использовались для питья.

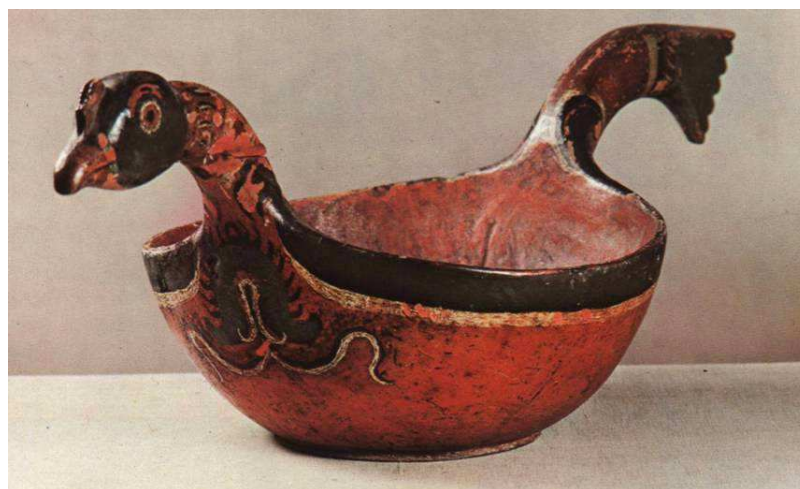


Рис. 7. Выносной ковш 18 век Ярославль

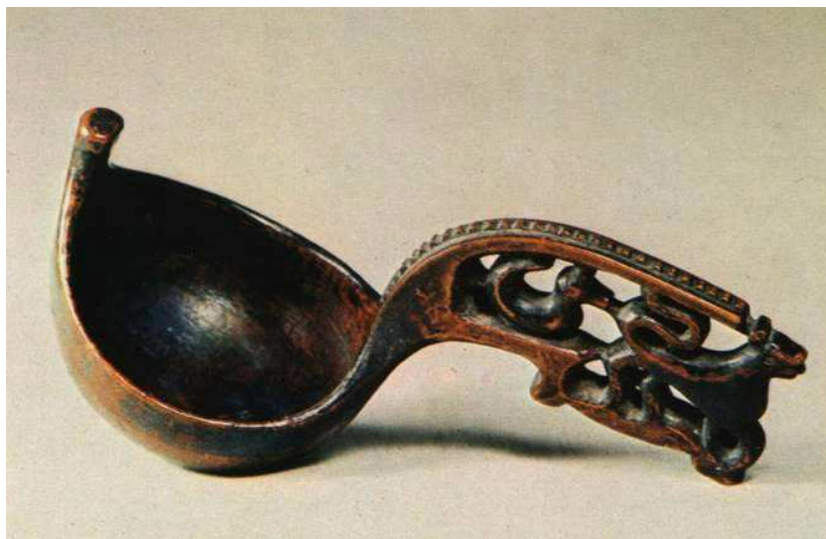


Рис. 8. Ковш наливка Вологда 18 век

Деревянные ложки. Для приема пищи на Руси до 18 века использовали деревянные ложки. Они имели различные размеры, формы и назначение (рис. 9). В словаре Даля ложки имеют такие названия: боская, межеумок, тупоносая, разливная, носатая, бутырка, белая, полубоская, тонкая. Ложки резали из древесины липы, осины, рябины, клена.



Рис. 9. Ложки деревянные

1.6. Мастерство русских плотников и столяров

Городские и деревенские постройки преимущественно были деревянными. Из дерева строили дома, городские стены и башни, мосты. Бревнами мостили улицы и площади. Построить город значило в древней Руси «срубить город». Такую работу выполняли плотники. Работа плотника связана с механической обработкой лесоматериалов и превращением древесины в строительные конструкции. Плотник возводил стены домов, делал перекрытия, перегородки, полы, крыши, устанавливал оконные и дверные коробки, устанавливал строительные леса.

На Руси плотники (раньше их называли «рубленники») славились мастерством. Они плотно связывали брёвна в срубы. В каждом венце делали пазы, врубки, потайные зубья, притёсывали одно бревно к другому. Работали плотники топорами, теслами, скобелями. Пила как инструмент пришла в Россию при Петре I в XVII веке. Царь лично использовал этот инструмент при строительстве кораблей. Тогда же появились и рубанки.

Плотники умели соединять деревянные детали по ширине, формируя щиты, по длине, получая длинные балки. Умели соединять детали в замок различными шипами. Рубили срубы деревянных домов в чашку и в лапу (рис. 10).

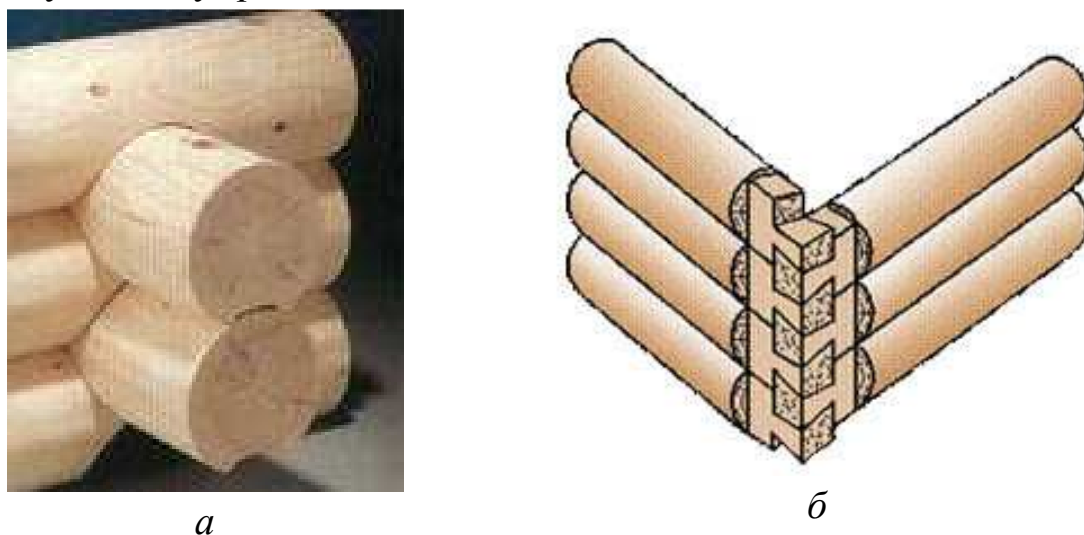


Рис. 10. Соединение бревен:
а – в чашку; б – в лапу (шип)

При сборке бревен стен в чашку часть бревен выступает за габарит стен, что уменьшает внутренние габариты дома. При сборке стен дома на шипах внутренние габариты дома увеличиваются.

Более тонкую работу по изготовлению изделий из дерева выполняли **столяры**. Столяром называли человека, который выполнял столярные работы и мог изготовить стол – главный предмет в обстановке дома. Столяры делали мебель (столы, скамейки, табуреты, кровати), плинтусы, лестницы, двери, окна, вытачивали деревянные изделия. Позднее стали делать сундуки, в которых хранилось добро и разные хозяйские богатства. Сундуками измерялось богатство хозяина.

Столярное мастерство осваивалось с детских лет. Результаты мастерства дошли до сегодняшних дней в виде храмов и домов, возведенных только с помощью топора без единого гвоздя, резных наличников, похожих на кружева, затейливых фигурок на коньке крыши.

Украшением зданий, внутренних помещений и мебели занимались резчики.

1.7. Кораблестроение

Первый «корабль» на Руси был изготовлен из гибких прутьев, корпус которого затем обтягивался кожей.

На смену плетеной корзине пришел более удобный для плавания *челн-однодеревка*. Строили его так. Срубленному дереву породы осины, дуба или липы придавалась вытянутая форма, внутренний объем выдалбливался. Полученную колоду заливали водой и держали ее в таком состоянии примерно неделю. Затем в колоде раскладывали огонь. Влажная древесина нагревалась, распаривалась, становилось гибкой. Теперь древесину гнули кольями, добываясь нужных обводов судна. На постройку корпуса челна иногда уходило до пяти лет. Из одного дерева изготавливали судна вместительностью 20...40 и более человек.

В X веке для торговых плаваний и боевых походов строилась ладья – преемница челна. Она имела высокие борта, к которым крепились стойки, обшитые досками (рис. 11). Такие легкие суда длиной

около двадцати метров брали на борт до 15 тонн груза. После доставки ладьи снаряжались веслами.



Рис. 11. Русская ладья

Защищая от соперников свои морские пути и промыслы на Белом море, новгородцы, например, создали новый тип судов, сколоченных из досок, удобных к перемещению волоком из одной реки в другую. Так в XIII в. появились плоскодонные легкие шитики и ладьи «ушкуй».

Для рыболовецких промыслов поморы строили карбасы с прямым и косым парусами.

Для плавания во льдах были созданы новые типы судов «кочи». Подводная часть корпуса судна имела округлую форму, нос и корма были несколько приподняты. Благодаря обтекаемой форме, коч, попавший в ледяные тиски, как бы «выдавливался» на поверхность, оставаясь при этом невредимым. Именно эти суда, в XVIII в. окончательно покорившие водное пространство вдоль северных берегов Ев-

ропы и Азии, стали прообразом военно-морского флота, созданного при Петре I.

Контрольные вопросы и задания

1. Зачем нужно изучать историю развития деревообработки?
2. Какие породы древесины использовались в древней Руси для изготовления изделий?
3. Какие породы древесины использовали:
 - для строительства жилища;
 - для точения посуды;
 - изготовления бочек;
 - изготовления саней;
 - изготовления резных изделий, украшающих фасады домов, мебели?
4. Назовите основные породы древесины российского леса, укажите их отличительные свойства.
5. Какую точеную посуду использовали на Руси в XVI- XVII веках?
6. Приведите перечень современных точеных изделий (известно около 100 изделий).
7. Какие бондарные изделия применялись на Руси? Как делают бондарные изделия?
8. Назовите посуду, вырезаемую вручную.
9. Расскажите какую работу выполняли плотники и столяры.
10. Как строили корабли на Руси?

ОРУДИЯ ТРУДА

2.1. Режущие инструменты

2.1.1. Рождение режущих инструментов

Рождение режущих инструментов относится к эпохе *палеолита* (древнего каменного века), когда человек стал пользоваться режущими орудиями для разделки туши убитого животного, разрезания сухожилий, обработки шкур (скобление, очистка, разрезание), обтесывания стволов деревьев и изготовления кольев при подготовке пещеры для жилья, а также для производства простейших земляных работ.

Режущие орудия на этой стадии развития обработки резанием были примитивны и изготавливались из кремня в виде ножевидных пластин разной длины и ширины, скребков и резцов всевозможной формы (рис. 12). Применялись так же и костяные режущие орудия в виде расколотых костей с острыми косыми срезами. Из зубов пещерного медведя изготавливались крепкие острые «резцы-ножи», которые укреплялись для усиления их действия в рукояти [3].

Кремень – минеральное образование, содержащее кварц. Твердость около 7 единиц (для сравнения твердость алмаза 10 единиц).

С помощью камня-рубила человек валил деревья, перерубал их на части. Накапливая опыт такой работы, человек заметил, что быстрота срезания дерева зависит от силы ударов, наносимых камнем по дереву. При этом, чем сильнее наносились удары, тем чаще случались травмы руки.

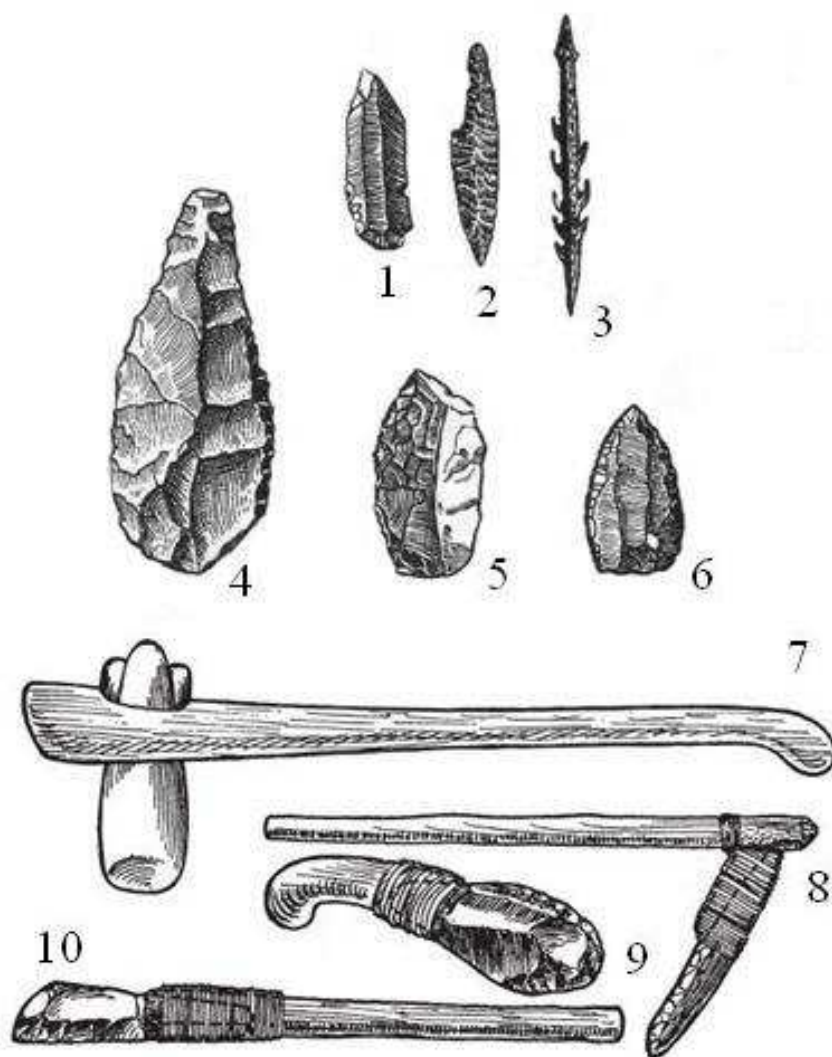


Рис. 12. Каменные режущие инструменты:

1 – скребок; 2 – наконечник копья; 3 – гарпун; 4 – рубило; 5 – скребло;
6 – остроконечник; 7 – топор; 8 – тесло; 9 – молоток; 10 – сверло

Такое единство улучшения и ухудшения особенностей работы ручным камнем, единство положительного и нежелательного эффектов сейчас называют техническим противоречием. Конечно, первобытный человек ничего не знал о техническом противоречии, но, накопив огромный опыт валки деревьев, человек сообразил следующее:

– если камнем ударять дерево слабо, то быстрота валки дерева получается небольшой, но и случающиеся травмы руки получаются легкими (назовем это техническим противоречием ТП-1);

– если камнем ударять дерево сильно, то быстрота валки дерева ускоряется, но и случающиеся травмы руки получаются тяжелыми (назовем это техническим противоречием ТП-2).

Устранение недостатков в сформулированных обостренных технических противоречиях ТП-1 и ТП-2, происходит путем разрешения этих противоречий, когда каменное орудие труда позволит обеспечить ускорение рубки дерева и снижение травматизма. И это случилось, когда человек догадался привязать камень-рубилу к палке, позволившей увеличить силу удара и удалить руки из опасной зоны рубки (см. рис. 12). Кремневое рубило, привязанное к рукоятке ивовыми прутьями или сухожилиями животных, стало важнейшим изобретением первобытного человека.

В неолите (новом каменном веке) каменные орудия подвергаются более тщательной обработке в зависимости от их назначения. Линии инструмента становятся более правильными, соответствующими его назначению. При обработке каменного орудия люди научились скалывать отдельные его части, другие – шлифовать трением.

Наблюдения за полетом камня или палки, брошенной в нужном направлении, приводят к осознанию зависимости дальности полета от силы броска. Люди изобрели пращу (оружие для метания камня в виде ремня с расширенной средней частью для камня) и лук со стрелами. Люди переходят от собирания растений и охоты к культивированию растений и выращиванию домашнего скота: начинается оседлая жизнь. Идет постепенный процесс накопления знаний, необходимых для осознанной плодотворной практической деятельности по преобразованию орудий труда.

2.1.2. История развития режущих инструментов

К режущему инструменту предъявляются особые требования, характеризующиеся твердостью и вязкостью материала. Кремень, из которого делались каменные орудия труда – твердый материал, но хрупкий, и поэтому не мало пригоден для работы с ударными нагрузками. Лезвие (клиновидная часть) такого инструмента при работе быстро растрескивалось, выкрашивалось, затуплялось. Для ударной ра-

боты режущий инструмент должен обладать еще необходимой пластичностью.

Между твердостью и пластичностью материала режущего инструмента всегда существует **техническое противоречие**.

Открытие меди (медный век – переходный период от каменного к бронзовому веку в 4...3 тысячелетии до н.э. при родовом строе), металла красно-желтого цвета, не решило проблему режущего инструмента. Медь слишком пластична, мягка, лезвие из такого металла не может проникать в массив древесины.

Только с изобретением бронзы, сплава меди с оловом, техническое противоречие между твердостью и вязкостью некоторым образом разрешилось. Появились бронзовые орудия труда, упростилась технология изготовления инструмента, расширился их ассортимент. Бронзовые режущие орудия (топоры и другие инструменты) могли уже хорошо справляться с ударной работой. Но все же твердость бронзы не была столь высокой, чтобы окончательно вытеснить каменные орудия.

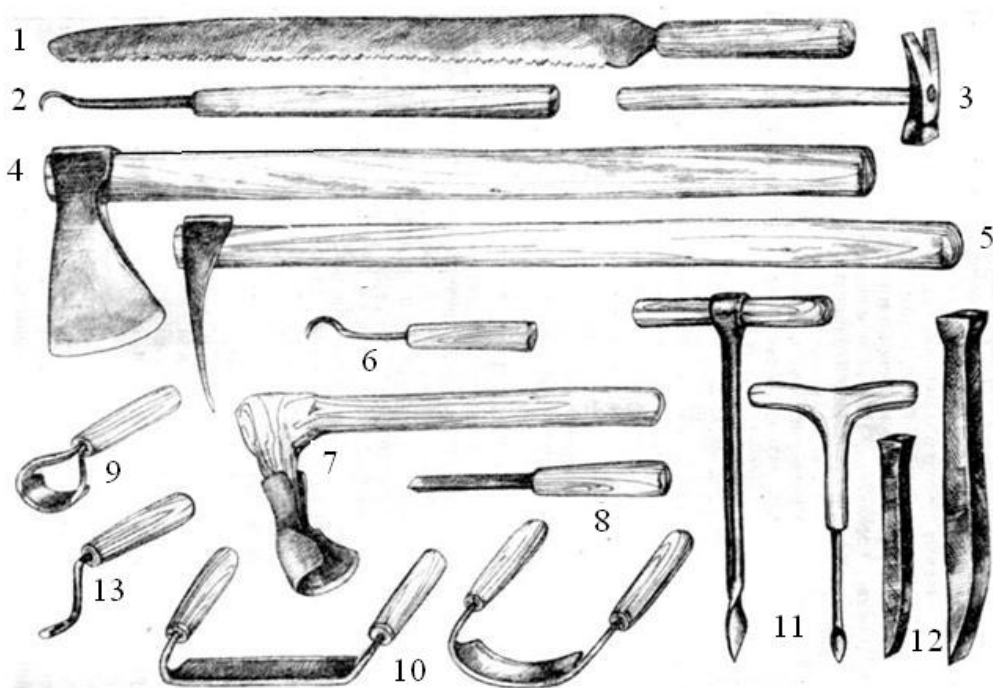


Рис. 13. Стальные инструменты древней Руси XIV в.:

1 – пила; 2, 6 – токарный резец; 3 – молоток-гвоздодер; 4 – топор; 5 – тесло плотничье; 7 – тесло малое; 8 – стамеска; 9 – бондарная скобелька; 10 – скобели; 11 – сверла; 12 – долота; 13 – резец для резьбы по дереву

Только открытие железа в начале 1-го тысячелетия до н.э. позволило делать режущие инструменты такой твердости и остроты, которым не мог противостоять ни один камень, ни один из известных тогда металлов. Наступление железных инструментов происходило постепенно (рис. 12). Каменные орудия исчезали медленно.

Таким образом, противоречие между твердостью и вязкостью материала режущих инструментов в некоторой степени было преодолено открытием железа. Противоречие при этом сохраняется до настоящего времени.

Для обработки железа требовались инструменты еще более твердые. В стремлении повысить твердость железного инструмента человек научился изготавливать сталь, затем ее закаливать. Увеличение твердости стали закалкой повлекло за собой увеличение хрупкости.

Пилы. Можно предположить, что пилы впервые появились в Древнем Египте в 1620 году до н.э. Пилы были похожи на современные ножовки, и делались из бронзы. Зубья пилы оснащались алмазами. Подобными пилами работали в Древнем Риме при строительстве храмов и дворцов. Позже бронзовые пилы появились у скандинавских народов. Однако зубья бронзовых пил быстро затуплялись, а затачивать их было сложно, поэтому пилы не находили широкого применения.

Пилы по дереву в древней Руси применялись плотниками и столярами при выполнении мелких работ. При пилении зубья пилы рвали волокна древесины, пропи́л получался рваным, неприглядным.

В XIV и XV вв. использовались два типа пил: ножовки для поперечного пиления и пилы лучковые для продольного пиления. Полотна пил-ножовок достигали до 450 мм длины. Деревянная рукоятка была прямым продолжением полотна (как у ножа). Зубья имели треугольную форму и всегда разводились. Заточку зубьев производили так же, как и в настоящее время. Иногда зубья были двухвершинными. Шаг зуба равнялся 10 мм. Пилы делали из стали и обрабатывали термически - закаляли с последующим высоким отпуском.

Технология изготовления пилы была такова. Сначала кузнец из низкоуглеродистой стали ковал полосу до 5 м длиной клиновидным

поперечным сечением. Затем на толстой кромке полосы напильником нарезались зубья, полоса разрезалась на отрезки по 500 мм длиной, которые в последующем закаливались.

Лучковые пилы (XIX в.) для продольного пиления имели полотна длиной 500...600 мм. Профиль зубьев стреловидный, односторонний, предназначенный для перерезания волокон древесины короткой режущей кромкой. Ширина полотна равна 22 мм, толщина 2,2 мм, шаг зубьев 8,5 мм.

Лучковые пилы для валки леса показаны на рис. 14.

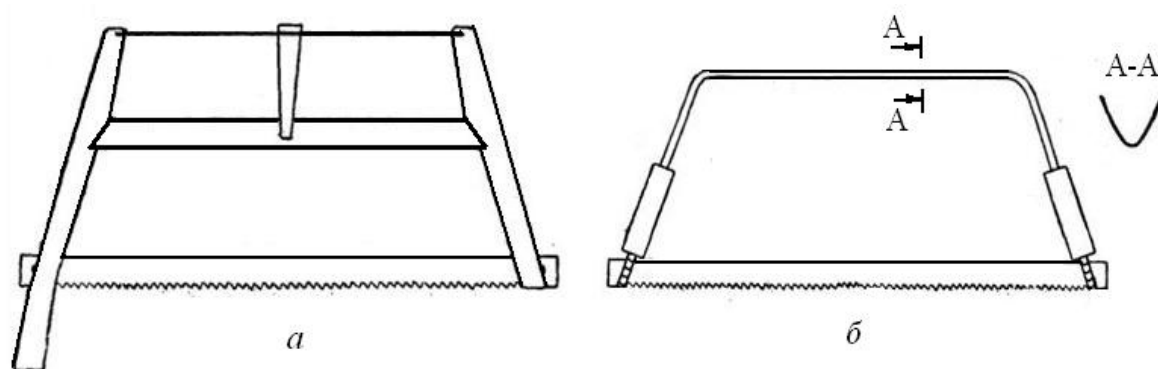


Рис. 14. Лучковые пилы:
а – российская; б – американская

Топоры. Топор – насаженное на рукоятку (топорище) металлическое орудие для рубки с лезвием и обухом (см. рис. 13). Слово «топор» имеет тюркское происхождение, оно пришло на Русь вместе с татаро-монгольским нашествием и заменило собой русское слово «секира», рубящее холодное оружие с лезвием в виде полумесяца длиной до 30 см и крючком на обухе для стаскивания всадника с лошади [4].

Топоры и секиры использовались лесорубами, плотниками и в ратном деле.

Длина лезвия топора составляла 9...35 см, а общая длина с топорищем – почти метр. Топоры ковали из особо стойкой к затуплению, высокопрочной стали. Формы и размеры топора в историческом развитии непрерывно изменялись в зависимости от назначения [5]. Топоры делались широколезвийными и узколезвийными. Узколезвийные топоры использовались лесорубами, а широколезвийные – плотника-

ми и столярами. Лесорубу и плотнику нужны были тяжелые топоры, а столяру и бондарю – легкие. Делались и очень легкие, миниатюрные топоры.

Топорище делалось длинное и прямое (а не изогнутое, как современное), на конце утолщенное, чтобы не выскакивало из рук. Для топорыща выбирали прямую березовую плаху без сучков. Длина топорыща подгонялась под рост плотника. Длинное топорыще, служило рычагом и позволяло плотнику тратить меньше сил.

Плотничьим топором тесали бревна, вырубали в них чаши, выполняли узлы соединения элементов, декоративные детали и многое другое.

Так в историческом развитии, опираясь на жизненный опыт людей, было испробовано множество вариантов топоров и только немногие из них пробились в современную действительность.

Тесло – плотничный инструмент, у которого лезвие расположено перпендикулярно топорыщу. Тесло применялось для выдалбливания корыт, лотков, лодок и др.

2.1.3. Современные инструментальные материалы

Инструментальная углеродистая сталь. В настоящее время выпускается два класса инструментальной углеродистой стали: качественная и высококачественная. Последняя сталь отличается меньшим содержанием вредных примесей серы и фосфора. Примесь серы *S* делает сталь хрупкой в горячем состоянии, а примесь фосфора *P* – в холодном состоянии.

Инструментальные качественные стали обозначают буквой *У* (содержание *S* – 0,03%, *P* – 0,035%), за которой следует цифра, характеризующая процентное содержание углерода в десятых долях процента, например, сталь *У10* содержит 1% углерода.

Инструментальные высококачественные стали (содержание *S* – 0,02%, *P* – 0,03%), содержат в своем обозначении букву *А*, например, сталь *У10А*.

Инструментальную углеродистую сталь (марки У8; У10; У12; У8А; У10А; У12А по ГОСТ 1435 - 74) применяют главным образом для изготовления ручного режущего инструмента.

Основной недостаток углеродистых сталей - их небольшая прокаливаемость, примерно до 5...10 мм, и низкая теплостойкость. При нагреве выше 200°С их твердость резко снижается.

Инструментальная легированная сталь. Легированная сталь (ГОСТ 5950 - 73) содержит кроме железа и углерода специальные легирующие добавки, введение которых в определенном количестве позволяет управлять физико-механическими свойствами стали. Легированные стали отличаются высокой износостойкостью, обладают большой прокаливаемостью, меньшей чувствительностью к нагреву, они меньше деформируются при закалке в масле. Теплостойкость сталей находится в пределах 250...300°С.

Маркировка легированных сталей. В обозначении марок первые цифры означают содержание углерода в десятых долях процента. Цифры не указываются, если содержание углерода близко к единице или больше единицы. Легирующие элементы обозначают буквами: *Х* - хром, *В* - вольфрам, *М* - молибден, *Ф* - ванадий, *С* - кремний, *Н* - никель, *К* - кобальт, *Т* - титан. Цифры, стоящие за буквой, означают среднее содержание легирующего элемента в процентах. Если содержание элемента равно 1%, то цифры после буквы не ставятся. Содержание серы и фосфора не превышает 0,03% каждого элемента. Например, в стали марки 6Х6В3СМФ содержится углерода - около 0,6%, хрома - 6%, вольфрама - 3%, кремния, молибдена и ванадия - по 1%.

Быстрорежущая сталь. Быстрорежущая сталь (ГОСТ 19265 - 73) - это высоколегированная инструментальная сталь, в которой содержание главной легирующей добавки **вольфрама** достигает 10...18 %. Она обладает более высокой твердостью, прочностью, а теплостойкость ее достигает 600...650°С. Содержание углерода в стали более 0,85 %.

Быстрорежущие стали обозначаются буквами, соответствующими карбидообразующим и легирующим элементам (*Р* – вольфрам, *М* – молибден, *Ф* – ванадий, *К* – кобальт, *Т* – титан). За буквой следу-

ет цифра, обозначающая среднее содержание элемента в процентах. Например, сталь Р6М5 содержит 6% вольфрама и 5% молибдена.

В целях экономии вольфрама выпускаются быстрорежущие стали вольфрамомолибденовые (Р6М5, Р9М4), ванадиевые (Р9Ф5, Р14Ф4), кобальтовые (Р9К5, Р9К10).

Литые твердые сплавы. К этим сплавам относятся стеллиты и сормаиты.

Стеллит – твердый сплав на кобальтовой основе, предназначенный для наплавки режущего инструмента с целью повышения их износостойкости. Был изобретен Элвудом Хейнсом в начале XX века.

Стеллит (англ. Stellite – фирменное название, от лат. stella – звезда) – это общее название группы литых наплавочных твёрдых сплавов на кобальтовой основе, содержащих хром, вольфрам, кремний и другие элементы. Стеллит характеризуется высокой твёрдостью (48 HRCэ), сохраняющейся при повышенных температурах (свыше 600°C), износостойкостью и коррозионной стойкостью.

На российском рынке предлагается стеллит иностранных компаний в виде прутков (круглых, ромбических, трапецеидальных) марок 1; 6; 12 и других диаметром 2,4; 3,2; 4; 5; 6,4; 8 мм длиной до 4-х метров. Отечественная промышленность выпускает твердые сплавы марок ВЗК и ВЗК-Р. Эти сплавы являются аналогами стеллитов марок соответственно 6 и 12 и наиболее близки к ним по химическому составу. Отечественные сплавы ПР – ВЗК и ПР – ВЗК-Р, выпускаются по ГОСТ 21449 – 75 «Прутки для наплавки. Технические условия» в виде прутков диаметром 6 и 8 мм и длиной 350; 400; 450; 500 мм.

Твердые сплавы ВЗК и ВЗК-Р позволяют получить плотные наплавки на лезвиях режущих инструментов без пороков. Твердость наплавленного слоя соответствует для ПР-ВЗК – HRCэ 41,5; ПР-ВЗК-Р – HRCэ 47,5. Они имеют почти такой же коэффициент линейного расширения, как и стали 9ХФ и 9ХФМ, и поэтому после наплавки в лезвиях не возникают внутренние напряжения. Кроме того, стеллиты ВЗК-Р и ВЗК хорошо затачиваются, обладают достаточно высокой износостойкостью при воздействии высоких температур, механиче-

ских нагрузок, при влиянии химической среды. Предельная температура нагрева наплавки из стеллита ВЗК-Р – 800°, а ВЗК – 750°.

Сормайты (№1, №2) – выполнены на железистой основе и включают углерод, хром, марганец, никель, кремний, железо.

Износостойкость сплавов ВЗК в 3...4 раза выше износостойкости легированных сталей, а сплавы ВЗКР - в 6...7 раз.

Применяют литые твердые сплавы для наплавки зубьев рамных и ленточных пил.

Металлокерамические твердые сплавы. Получают при спекании прессованных порошков карбидов вольфрама (WC) и кобальта (Co). Обозначают буквами ВК и цифрой, показывающей содержание кобальта (%).

Металлокерамические сплавы превосходят быстрорежущие и другие стали по твердости, износостойкости и теплопрочности (900...1000°С), но уступают им по прочности на изгиб и являются хрупкими.

Стойкость сплавов при резании древесных материалов характеризуется в относительных единицах так: ВК15 - 1,0; ВК8 - 1,4...1,6; ВК6 - 1,6...2,0. По сравнению с быстрорежущей сталью период стойкости твердосплавного инструмента повышается в 20...50 раз.

Марки твердых сплавов регламентированы ГОСТ 3882 - 74.

Зубья пил оснащают пластинками из твердого сплава марок ВК6 и ВК15. Ножи и фрезы оснащают пластинками из сплава марки ВК15, сверла - ВК8 или ВК15.

Минералокерамические и сверхтвердые материалы. В последние годы для изготовления дереворежущего инструмента стали применять новые твердые материалы: минералокерамику и поликристаллические сверхтвердые материалы (ПСТМ) на основе кубического нитрида бора (ПКНБ) и поликристаллического алмаза (ПКА).

Минералокерамические инструментальные материалы обладают высокой твердостью, тепло- и износостойкостью. Их основой является глинозем Al_2O_3 (белая оксидная керамика, содержащая 99,7% Al_2O_3) или смесь окиси алюминия и карбидов титана (Al_2O_3+TiC) – черная карбидно-оксидная керамика.

Минералокерамика поставляется в виде неперетачиваемых многогранных режущих пластинок.

Износостойкость режущего инструмента, оснащенного минералокерамикой, в 5...10 раз выше, чем у твердых сплавов.

Синтетические сверхтвердые материалы обладают высокой износостойкостью, твердостью и низким коэффициентом трения.

Износостойкость режущего инструмента, оснащенного ПСТМ, в 3 раз выше, чем у твердых сплавов.

Для дереворежущего инструмента выпускаются пластинки из следующих марок сверхтвердых материалов на основе нитрида бора: композит 01 (торговое название «Эльбор-Р»), композит 10 («Гексонит-Р»).

Кроме того, дереворежущий инструмент оснащают пластинками из поликристаллического алмаза (ПКА), который позволяет повысить износостойкость по сравнению с твердосплавным инструментом в 15...80 раз.

По сравнению с быстрорежущей сталью период стойкости алмазного инструмента повышается в 300...1000 раз. Если при работе стальным инструментом период стойкости равен 4 часа, то при работе алмазным инструментом – 1200...4000 часов или при двухсменной работе 150...500 суток.

2.2. Развитие технологии, машин и станков

2.2.1. Вехи деревообработки

Важными импульсами в развитие деревообрабатывающих производств России явились: кораблестроение конца XVII – начала XVIII века, строительство железных дорог в XIX веке, индустриализация гражданского строительства в XX веке.

Вехами в развитии технологии деревообработки и оборудования являются переходы от ремесленного производства к мануфактурному, от мануфактурного к фабрично-заводскому, от фабрично-заводского

к индустриальному, от индустриального к постиндустриальному производству.

2.2.2. Термины и определения

С учетом социальной потребности и научно-технического уровня деревообрабатывающее оборудование может выполнять четыре функции: технологическую, энергетическую, управления и планирования.

Если техническое устройство выполняет технологическую функцию, то оно называется **рабочей машиной**.

Рабочая машина представляет собой механизм или сочетание нескольких механизмов, осуществляющих определенные целесобразные движения для выполнения полезной работы. В простейшем случае все движения рабочей машины выполняются вручную. Например, ворот для подъема воды из колодца, ткацкая машина, прялка ручная (рис. 15).



Рис. 15. Прялка ручная

Рабочие машины, изменяющие форму и размеры обрабатываемой детали методом резания, называются станками.

Рабочие машины, производящие работу методом давления, называются прессами.

Машины, выполняющие рабочие операции без изменения формы, размеров и качества объекта труда, называются просто машинами (сортировочные, пакетоформирующие, транспортирующие и др.).

Машины, осуществляющие физико-химическое воздействие на обрабатываемый объект, называются аппаратами.

С целью облегчения труда рабочих, повышения производительности и улучшения качества выпускаемой продукции человек передает рабочей машине частично или полностью другие функции: энергетическую, управления, планирования.

Если рабочей машине передается энергетическая функция (привод движений главного, подачи и др.), то машина становится механизированной. Механизация только уменьшает или частично избавляет человека от тяжелого ручного труда, так как функция управления (включение, выключение, регулирование режима, загрузка и съём заготовок и т.д.) все равно остается за человеком.

Если рабочей машине передать функции энергетическую и управления, то она превращается в автомат и полностью исключает непосредственное участие человека в работе.

2.2.3. Токарный станок

Обтачивать древесину человек научился за много веков до новой эры. В распоряжении древнего токаря был примитивный станок, на котором он мог работать с подмастерьем, вращавшим с помощью ручного привода обтачиваемую деталь (рис. 16). Рисунки таких станков найдены на изображениях гробниц Древнего Египта.



Рис. 16. Токари. Рисунок с древнеегипетского рельефа (300 в. до новой эры)

Древний токарь держал резец в руке и, подводя его к заготовке, опирал на другую руку или ногу. Производительность и точность обработки были низкими. Греция считается страной происхождения токарного дела [6].

Вращение обрабатываемого изделия производилось с помощью гибкой нити лучкового устройства (рис. 17)

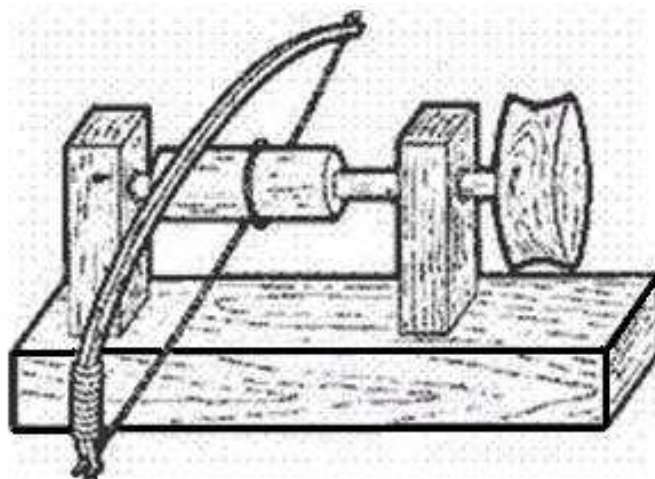


Рис. 17. Лучковый токарный станок

Древний токарный станок с ручным привода показан на рис. 18. Обтачиваемое изделие, установленное на двух деревянных стойках. Обработывали деталь два человека. Один вращал при помощи веревки изделие то вправо, то влево, а другой держал в руках режущий или скобящий инструмент и обрабатывал им изделие.



Рис. 18. Древний токарный станок

Старинный русский токарный станок с ножным приводом показан на рис.19. Замена ручного привода ножным позволила работать на станке одному токарю. Обтачиваемое изделие устанавливалось на заостренных деревянных клиньях 1 и 2 (первых представителей современных центров). Клин 1 закреплялся в стойке наглухо, а клин 2 передвигался до упора в изделие 3 и закреплялся вспомогательным клином 4. Веревка 5, навитая на изделие в 1-2 оборота, одним концом крепилась к гибкой жерди 6, а другим – к педали 7. Нажимая ногой на педаль, токарь приводил во вращение обтачиваемое изделие. Удерживая обеими руками режущий инструмент, опирающийся на деревянный брусок 8, он прижимал инструмент к изделию и обрабатывал его.

После освобождения педали гибкая жердь выпрямлялась, тянула веревку вверх и вращала изделие в обратном направлении. Обтачивание в это время прерывалось. Таким образом, почти половина рабочего времени тратилась на холостой ход.

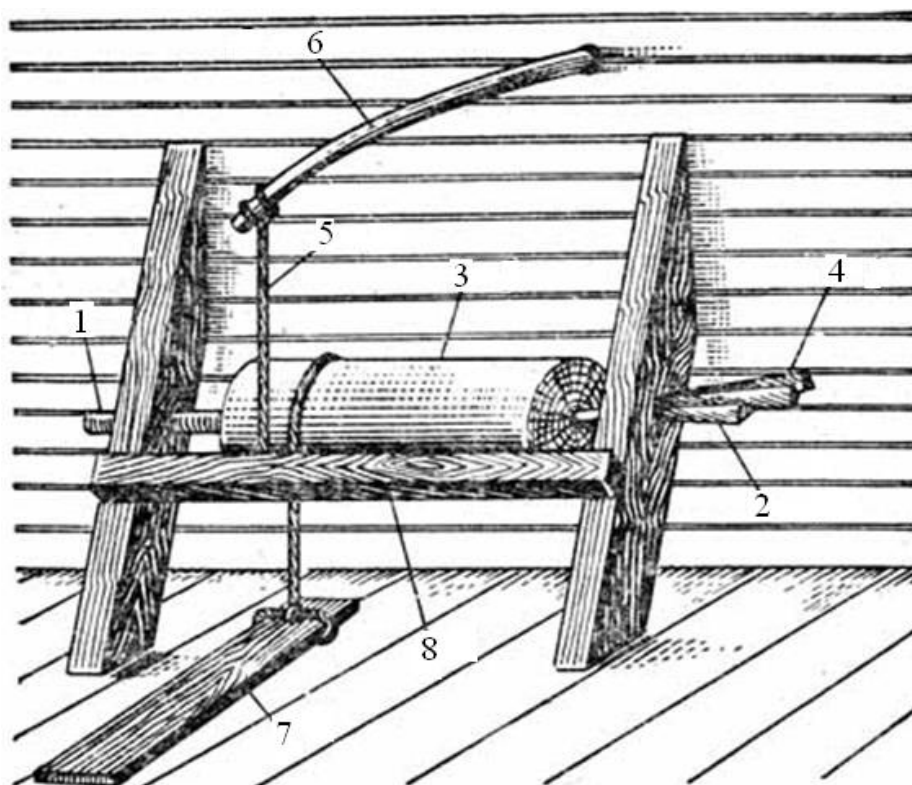


Рис. 19. Русский токарный станок:

1, 2 – заостренные деревянные клинья; 3 – обтачиваемая заготовка; 4 – клин фиксатор; 5 – веревка; 6 – гибкая жердь; 7 – педаль; 8 – направляющий брусок

Подлинное развитие механических приспособлений для направления движения режущего инструмента относится к началу XVIII в., после того как был изобретен механический суппорт токарного станка.

Изобретение суппорта явилось крупнейшим техническим достижением. По широте своего применения и революционному значению в развитии машиностроения оно равноценно изобретению парового двигателя.

Приоритет в развитии токарных станков принадлежит русским техникам. Андрей Константинович Нартов, один из самых замечательных русских техников XVIII века, воспитанник Московской школы «математических и навигационных наук», впервые в мире в 1715 г. изобрел и затем построил токарно-копировальный станок с суппортом – механическим держателем режущего инструмента, заменяющим руку человека.

Следовательно, благодаря изобретению А. К. Нартова Россия почти на столетие опередила Западную Европу и Америку в создании токарных станков с суппортами.

Заслугой А. К. Нартова является и воспитание им русских знатоков обработки металла резанием. Из петровской токарной мастерской, которой заведовал А. К. Нартов, вышел ряд его учеников, в числе которых особенно выделялись токари Александр Журавский и Семен Матвеев.

Ученики и последователи А. К. Нартова успешно совершенствовали и строили токарные станки. В конце XVIII в. тверской механик-часовщик Лев Собакин и тульский мастер Алексей Сурнин разработали чертежи, по которым изготовлялись токарно-винторезные станки для обработки различных винтов (рис. 20). А. Сурнин создал токарный станок и для изготовления ружейных стволов. На этом станке вращение изделия осуществлялось от трансмиссионного привода, а суппорт с режущим инструментом перемещался при помощи ходового винта. Впервые на этом станке было применено автоматическое выключение суппорта. Русские изобретатели и в этом усовершенствовании токарного станка опередили изобретателей зарубежных стран.

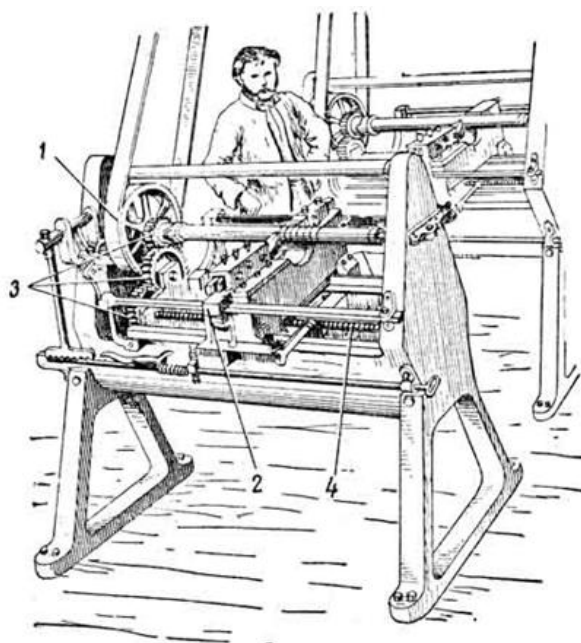


Рис. 20. Токарный станок для нарезания винтов:

1 – ременная передача; 2 – суппорт; 3 – шестерни; 4 – винт ходовой

На следующей ступени развития был создан токарный станок со ступенчатым шкивом и перебором, изготовленный в середине прошлого столетия (рис. 21). На таких станках изделию сообщалось разное число оборотов при помощи ступенчатого шкива 1 и шестеренчатого перебора 2. Движение суппорту 3 передавалось через смежные шестерни 4 и ходовой валик или винт 5. Подобные токарные станки изготовлялись и в начале XX века.

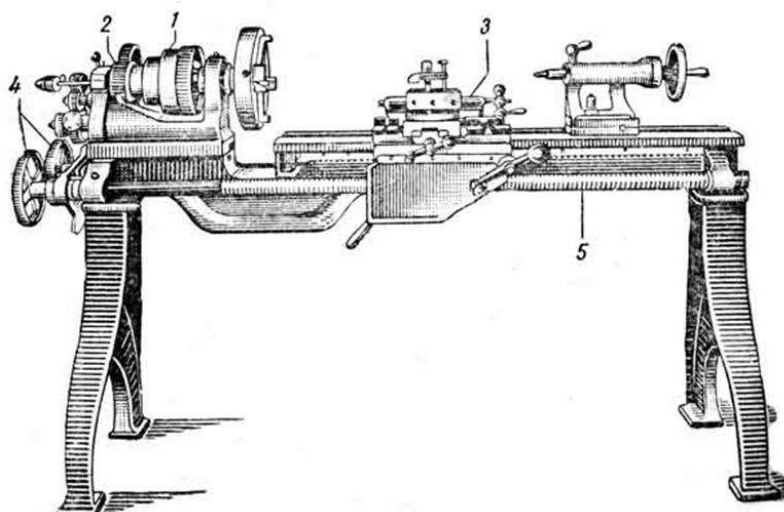


Рис. 21. Станок со ступенчатым шкивом XIX в.:

1 – шкив ступенчатый; 2 – шестеренчатый перебор; 3 – суппорт;
4 – шестерни; 5 – ходовой винт

2.2.4. Развитие мануфактуры в России

Мануфактура – капиталистическое предприятие, основанное на разделении труда и ручной ремесленной технике, подготовившая переход к машинному производству. Расчленение процесса производства на ряд самых простых операций дает возможность выполнять эти технологические операции с помощью машин с минимальными затратами труда.

В России мануфактура возникла во второй половине XVII - первой половине XIX веков. Характерной особенностью русской мануфактуры было то, что она развивалась в условиях господства феодально-крепостнических отношений.

В городах развиваются многие ремесла: текстильное, горное, кожевенное, строительство, деревообработка, металлургия, производство бумаги, стекла, книгопечатание, ювелирное дело и др. Постепенно ремесло приобретает черты мелкотоварного производства. В Ярославле, Казани, Калуге число ремесленных специальностей доходило до 200, а в Москве – до 250. Выделяются центры металлообработки (Поморье, Серпухов, Тула), кожевенного производства (Ярославль, Казань), обработки дерева (Калуга, Вятка), солеварения (Старая Русса, Соль Камская). При этом сырье могло привозиться из других районов, что обеспечивало независимость от местных ресурсов.

Мануфактуры почти полностью обслуживались принудительным трудом приписных крестьян и других работников. Правительство в 1721 г. разрешило владельцам мануфактур покупку крестьян.

Особенно высокого развития мануфактура достигла в период царствования Петра I (1672-1725). Более 200 мануфактур насчитывалось в России в эпоху царствования Петра I [3]. Развитие мануфактуры неразрывно связано с развитием орудий труда.

Изобретение суппорта. Среди выдающихся механиков эпохи Петра I особое место занимает гениальный изобретатель суппорта токарного станка Андрей Константинович Нартов.

Нартов изобрел и построил ряд токарно-копировальных станков, имеющих механический суппорт, названный «держалкой». Привод к изделию у этих станков осуществлялся через систему шестерен, поэтому для вращения изделия можно было применить колесо, движимое водой или силой животных.

К. Маркс об изобретении механического суппорта писал: «Это механическое приспособление заменяет не какое-либо орудие, а самую человеческую руку, которая создает определенную форму, приближая, прилагая острие режущего инструмента к материалу труда или направляя его на материал труда, например на железо. Таким образом, удалось производить геометрические формы отдельных частей машин «с такой степенью легкости, точности и быстроты, которой никакая опытность не могла бы доставить руке искуснейшего рабочего».

В 1718 г. Петр I послал Нартова за границу. Вскоре Нартов написал Петру I из Лондона: «Здесь таких токарных мастеров, которые превзошли российских мастеров, не нашел, и чертежи махинам, которые ваше царское величество приказал здесь сделать, я мастерам казал, а оные сделать не могут».

Это замечание Нартова свидетельствует о сравнительно низком уровне развития техники станкостроения и искусства резания в Англии в первой половине XVIII в. Об этом же свидетельствует и такой исторический факт.

В 1760 г. известный английский мастер Рейнольдс изготавливал цилиндр паровой машины. Рейнольдс писал: «Сегодня мы, наконец, с успехом закончили обработку цилиндра. Как мы это сделали, пожалуй, стоит рассказать. После того, как цилиндр был прочно установлен на двух скрепленных деревянных балках во дворе мастерской, в него была вставлена свинцовая колода весом около 200 фунтов. К концам свинцовой колоды прикрепили по железной штанге с приложенными к ней веревками с каждой стороны колоды. В эти веревки впрягли по шести сильных и ловких рабочих. Затем в цилиндр залили масло с наждаком и начали расшлифовку, протягивая колоду взад и вперед. Так, затрачивая большие усилия, работая с большим напряже-

нием, мы достигли такой степени точности обработки, что наибольший диаметр цилиндра отличается от наименьшего на величину меньшую, чем толщина моего мизинца. Это достижение – большая радость для меня. Ведь оно – лучшее из всего, что мы до сих пор слышали об успехах в области точной обработки деталей машин».

И все это спустя 48 лет после изобретения Нартовым суппорта токарного станка, в то время когда знаменитый барнаульский «механикус» Иван Ползунов построил первый в мире двухцилиндровый паровой двигатель. Иван Ползунов (1728-1766) изготовил оригинальные токарные станки и станки для расточки цилиндров, неизвестные ранее и появившиеся в Англии лишь много лет спустя.

И.П.Кулибин (1735 – 1818) изобрел разнообразные механизмы, обладавшие высокой точностью, создал проект деревянного однопролетного арочного моста.

Внедрение взаимозаменяемости. Дошедшие до наших дней описания тульских, уральских и сибирских заводов свидетельствуют о высокой технической культуре русской промышленности первой половины XVIII в. Так, русское машиностроение раньше, чем машиностроение Западной Европы и Америки, перешло на взаимозаменяемое производство оружия. В 1715 г. Петр I направил на Тульские заводы медные калибры для приемки оружия, а также правила их применения, и только лишь спустя 83 года в Вашингтоне, на съезде членов конгресса США, фабрикант Уитней предложил поставить правительству 10 000 ружей со взаимозаменяемыми деталями. Взаимозаменяемость была достигнута с большим трудом путем ручной слесарной подгонки всех одноименных частей под размер одного образца, но это, конечно, еще не была работа по калибрам.

Известный английский инженер Витворт только в 1856 г. на съезде промышленников поставил вопрос о взаимозаменяемости свечей и подсвечников. Между тем, на русских заводах, калибры Петра I уже прочно вошли в производство. В царствование Елизаветы, граф Шувалов в 1761 г. направил на Тульский завод предписание о пре-

имуществах взаимозаменяемого производства и о методах его осуществления.

В 1812 г. на тульском заводе были построены специальные оружейные станки: сверлильные, опиловочные, отрезные, нарезные, токарные, протяжные, фрезерные, копировальные, опередившие по идее агрегатирования и унификации все мировые достижения того времени. Эти станки были перенесены на Ижевский и Сестрорецкий заводы, где, как и в Туле, была заложена база отечественного станкостроения и инструментального производства, процветающая до сего времени.

В 1824 г., знаменитые механики отец и сын Черепановы, «устроители» первого «сухопутного парохода» (паровоза), создали на Выйском заводе под Нижним Тагилом, механический завод, занимавшийся производством разнообразных машин и механизмов для группы демидовских заводов. В их «механическом заведении» действовали оригинальные высокоразвитые по тому времени токарные, сверлильные, винторезные, штамповальные и другие станки. Станки, созданные Черепановыми, позволили построить паровоз и первую русскую железную дорогу.

В середине XIX в. в России были изобретены основные типы металлорежущих станков – токарные, строгальные, сверлильные, фрезерные, шлифовальные. Был построен комбинированный универсальный станок конструкции инженера-механика С.И. Степанова, который мог работать как токарный, сверлильный, строгальный и фрезерный и приводился в действие от механического двигателя. Станок Степанова нашел широкое применение, как в России, так и за границей.

С 1804 г. началось строительство паровых двигателей на первом частном машиностроительном предприятии заводчика Ф. Берда в Петербурге. К 1820 г. это предприятие имело 3 паровых двигателя общей мощностью в 42 лошадиных сил и 70 металлообрабатывающих станков. Завод выпускал ежегодно до 10 паровых машин преимущественно для пароходов.

2.3. Развитие фабрично-заводского производства в России

Фабрика или завод представляют собой промышленное предприятие, основанное на применении системы машин.

В XVI веке лес, его запасы древесины, не представляли интереса для собственников [7, 8]. Наоборот, с лесом приходилось вести постоянную и напряженную борьбу. С большим трудом отвоевывали у него небольшие участки под пашню, под сенокосы, и стоило только на несколько лет оставить участок без обработки, как он зарастал лесом.

Лесом свободно владело население, лесные массивы отдавались для расчистки под пашню. К концу XVI века с увеличением спроса на древесину, лес на корню приобрел рыночную стоимость. Частные собственники стали оформлять охранные документы на лес, чтобы защитить его. Появился запрет свободного использования леса.

В XVII веке в связи с развитием судостроения потребность в лесоматериалах резко увеличилась. На лесозаготовках, сплаве и разделке древесины были заняты сотни тысяч крестьян.

Деревообрабатывающая промышленность в России возникла в начале XVIII века. Наряду с заготовкой древесины и лесопилением появилось фабричное производство мебели, клеёной фанеры и спичечной соломки. К 1913 г. объём фабрично-заводского производства пиломатериалов в России достигло 14,2 млн. м³, а в 1957 г. по производству пиломатериалов СССР занимал первое место в мире.

2.3.1. Рабочие машины для валки и разделки деревьев

В конце XVIII века совершенствование деревообрабатывающих машин шло главным образом по пути механизации ручного труда и внедрения более производительного режущего инструмента. При заготовке бревен, например, рубка деревьев топором вытесняется спиливанием их пилой. При этом для облегчения ручного труда, особенно когда пропил расположен низко и рабочий вынужден работать, со-

гнувшись или в положении на коленках, пила снабжается рычагом [9] (рис. 22).

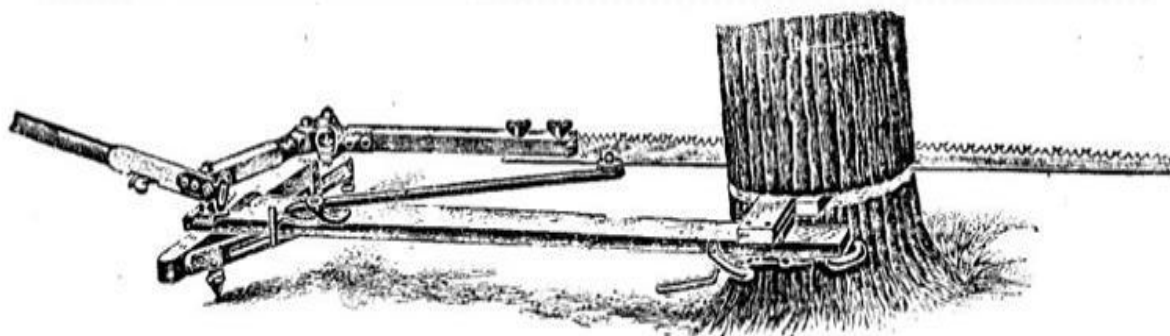


Рис. 22. Ручная пила для валки леса

Пила крепится на шарнирно-рычажном механизме, снабженном рычагом. Такая пила сравнительно легка и может переноситься от дерева к дереву одним человеком.

Для разделки поваленного дерева по длине на бревна применялась другая конструкция пильной установки, снабженной рычагом (рис. 23).

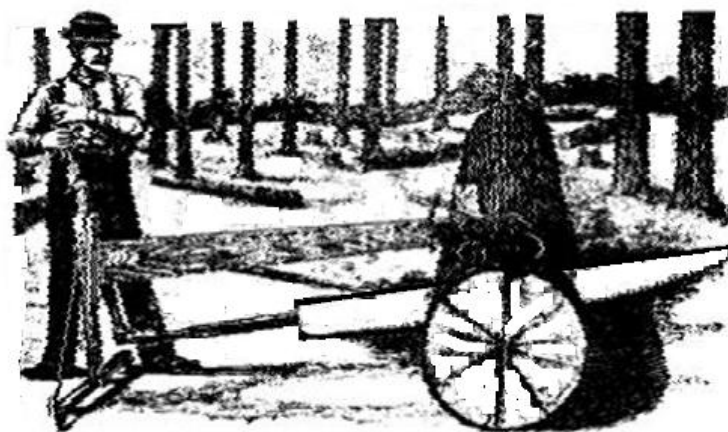


Рис. 23. Пиление бревен по длине пилой с шарнирно-рычажным механизмом

При использовании рычажного механизма рабочий работает в положении стоя, при этом усилие на рычаге меньше, чем на пиле.

И все-таки, использование машин с ручным приводом делает работу трудоемкой, утомительной.

Для механизации машин использовался привод от водяного колеса, парового цилиндра.

Пила с приводом от парового цилиндра. Для валки деревьев использовался станок с приводом механизма перемещения пилы от длинного парового цилиндра (рис. 24). Станок установлен на легкой раме, которая при валке леса укладывается прямо на землю.

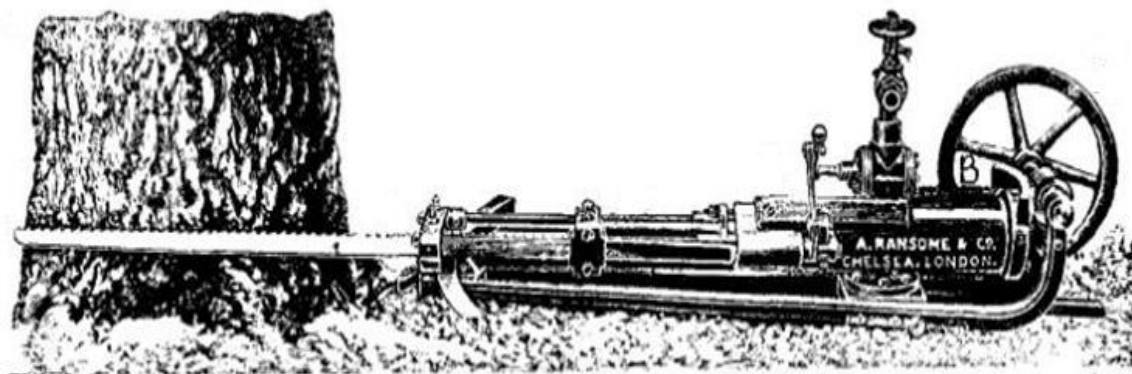


Рис. 24. Станок для валки леса с паровым приводом

Шток поршня парового цилиндра жестко соединен с прямой пилой. Для направления пилы во время работы служат направляющие, которые соединены непосредственно с паровым цилиндром. Станок начинает работать в момент, когда в цилиндр подается пар. Шток поршня вместе с пилою начинает двигаться вперед и обратно. При движении пилы в сторону парового цилиндра совершается рабочий ход, при котором совершается пиление. При обратном ходе пила не работает, в результате этого пила подвергается только растягиванию, не сжимается, и поэтому не изгибается. Для пиления использовали пилы длиной до 2,5 м.

В конце парового цилиндра имеется зубчатый сектор, который взаимодействует с винтовым червяком, сидящем на валу маховика. Вращая маховик во время работы, цилиндр поворачивается вместе с пилой в горизонтальной плоскости. Так выполняется движение подачи, при котором пила надвигается на распиливаемое дерево.

Перед началом работы в дерево вбивается трезубец штанги, другой конец этой штанги соединяется болтом с рамой станка. Так станок фиксируется к дереву.

Пар в паровой цилиндр подается от передвижного парового котла посредством гибкого парового рукава (рис. 25, 26).



Рис. 25. Соединение парового котла рукавом с станком

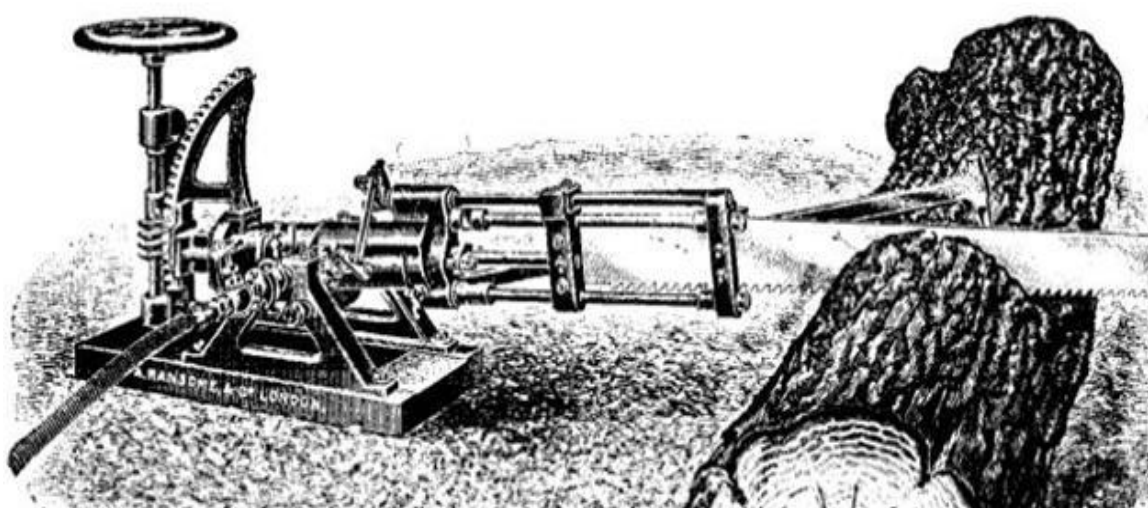


Рис. 26. распиливание бревна станком с паровым приводом

Станки с электродвигательным приводом. Следующим прогрессивным шагом развития станков стало перевод их на электродвигательный привод (рис. 27). Привод и сами станки стали более ком-

пактными. Для удобства их эксплуатации лесовалочные станки монтировались на раме с полозьями.

Пила приводится в движение эксцентриком, сидящим на кривошипе. Положение пилы может изменяться от вращения маховичка, что необходимо при углублении пилы в распиливаемое дерево. Пила делает в минуту до 200 двойных ходов.

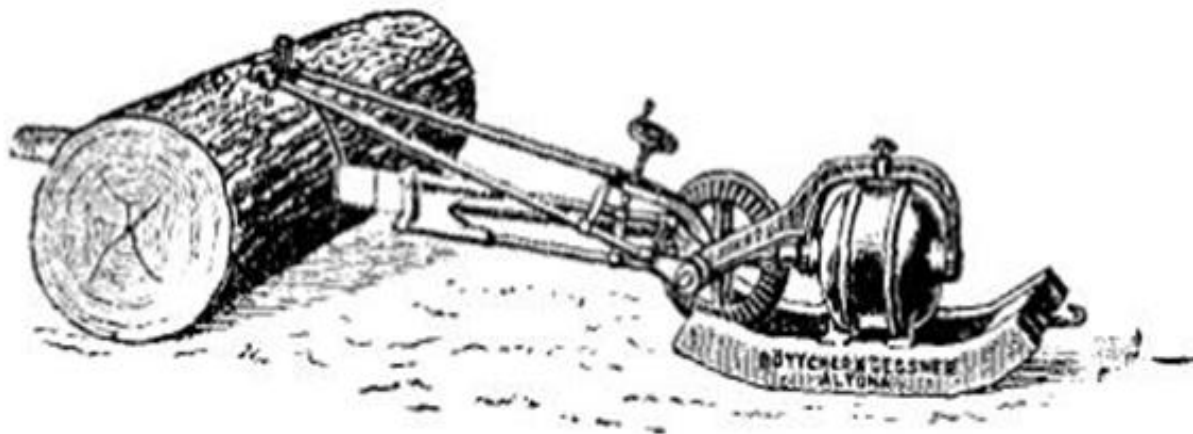


Рис. 27. Распиловка бревна станком с электродвигательным приводом

2.3.2. Развитие железнодорожного транспорта

Главным видом транспорта России до XVIII века был водный транспорт по рекам и гужевой транспорт (перевозка грузов с использованием животных). Летом грузы перемещались по рекам на лодках, судах, а зимой – по замерзшим рекам на санях, обозами, в которых собирались сотни лошадей, запряженных в сани. Зимой в Москву прибывало тысячи саней, груженных товаром. Грунтовых дорог было мало.

Первый деревянный путь с вагонеткой на колесах, снабженных ребордами, были построены в Германии.

В 1755 году для перевозки породы на рудниках Алтая был построен узкоколейный путь с деревянными рельсами, по которым двигались деревянные вагонетки с горными породами. Вдоль пути была

натянута тросовая петля. Для приведения её в движение использовались лошади, вращавшие шкив. На каждой вагонетке имелось по два зажима, которые можно было поочерёдно прицеплять к одной или другой стороне петли ведущего троса. Благодаря этому имелаась возможность останавливать вагонетки или изменять направление их движения при непрерывном движении ведущего троса.

В 1788 году в Петрозаводске на Александровском заводе для нужд предприятия появляется первая в России железная дорога.

Первая в мире железная дорога общего пользования с паровой тягой была построена в Англии в 1825 году. В 1834 году на Нижнетагильском металлургическом заводе Демидовых тоже была открыта железная дорога с паровозной тягой. На ней использовались первые русские паровозы, изготовленные отцом и сыном Черепановыми.

Первой железной дорогой общественного пользования в России считается царскосельская железная дорога. Она обеспечивала железнодорожное сообщение между Царскосельским вокзалом Санкт-Петербурга, Царским Селом и Павловском. Открыта дорога 30 октября 1837 года. Ширина колеи 1829 мм.

Практически вся железная дорога закупалась за границей: были приобретены рельсы, стрелочные переводы, крепления. К 3 ноября на железную дорогу был доставлен из Англии первый паровоз, а 6 ноября этот паровоз с составом был обкатан. Вагоны скорее напоминали повозки разных видов и назывались соответственно — «шарабаны», «берлины», «дилижансы», «вагоны». Всего к открытию дороги в Россию поступили 6 паровозов, 44 пассажирских и 19 грузовых вагонов, закупленных у Англии и Бельгии.

Рельсы дороги выполнялись в виде деревянных брусьев, на которых продольно брусу крепились чугунные (позднее стальные) направляющие в виде уголка, например. Распространение получили два типа рельсов: рельс с широкой подошвой и двухголовый рельс. Такие рельсы не подходили для перевозки тяжелых грузов и не могли обеспечить приличной скорости движения состава. Рельсы плохо выдерживали большие нагрузки вагонеток.

Широко использовался широкоподошвенный рельс, изготавливаемый на Людиновском заводе. Такие рельсы были использованы при строительстве Николаевской железнодорожной линии Санкт-Петербург - Москва в 1851 г. Николаевская дорога стала первой двухпутной казённой железной дорогой в Российской Империи и положила начало созданию в государстве железнодорожной сети общегосударственного значения. Протяжённость дороги составила 604 версты (645 км).

В качестве опоры для рельсов применялись деревянные шпалы или поперечины в виде бруса, изготовленные из прочных пород древесины: сосна, дуб, ель и другие породы. Потребность в шпалах была большая, их пилили на лесопильных мельницах (заводах). Простейшие шпалы имели форму двухкантного бруса.

Длина деревянных шпал колебалась от 2 до 3,5 м, это привело к тому, что появилось около 12 типов шпал. К началу 20 века их количество уменьшилось до 5 типов. Форма деревянных шпал почти не изменилась, зато увеличился срок эксплуатации. Для того чтобы деревянные шпалы служили дольше, их пропитывали различными антисептиками.

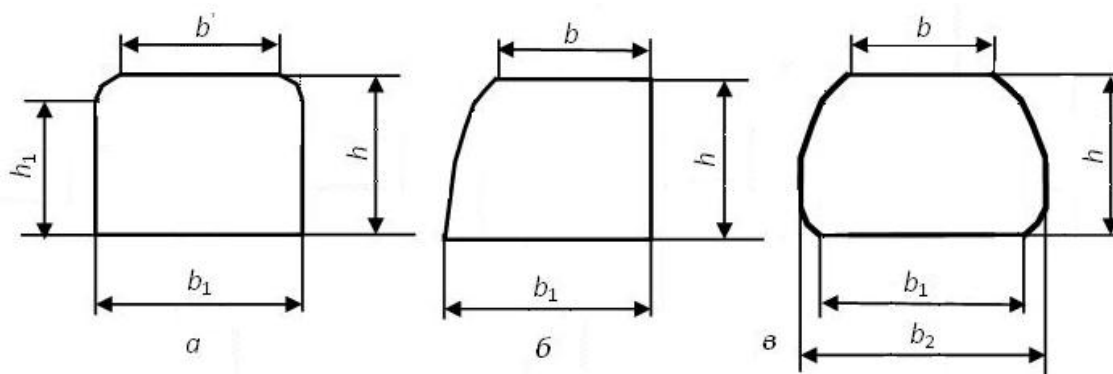


Рис. 28. Сечение и размеры шпал:

а – обрезной; *б* – полуобрезной; *в* – необрезной

По форме поперечного сечения современные шпалы подразделяются на три вида: обрезные, полуобрезные и необрезные (рис. 28).

Длина шпал 2750 мм, высота сечения $h = (150; 160; 180)$ мм, ширина $b = (140; 150; 180)$ мм, ширина основания $b_1 = (230; 230; 250)$ мм.

2.3.3. Производство пиломатериалов

Получение теса. Основным инструментом плотника был топор. С топором в руках плотник рубил четырехстенную избу, амбар и дворовые постройки. Тем же топором строились терема и столь разнообразные церкви Московской Руси. Для пола, потолков, крыш нужны были доски, которые называли *тесом*.

Тес вытесывали топорами из цельного или из расколотого с помощью клиньев бревна. При этом из бревна получали одну, в лучшем случае две доски (тесины). Производительность была низкая.

Производство досок ручными пилами. В конце XVII века в России на лесозаготовках появились одноручные, а затем и двуручные пилы. Пилами спиливали деревья, разделявали их на дрова. Первым законодательным актом по внедрению пил стал указ Петра I от 23 декабря 1701 г. «О приучении дровосеков к распиловке дров». Однако новая технология внедрялась медленно. Дровосеки опасались потерять рабочие места и повышения норм выработки.



Рис. 29. Распиловка бревен на доски вручную

В это же время начинает внедряться продольная распиловка бревен на доски. Бревна пилили вручную двуручными пилами (рис. 29, 30). Работа пильщиков была трудоемкая. Производительность звена из двоих рабочих составляла не более двух бревен в день. Доски по-

лучались качественнее, чем тес, однако они отличались разной толщиной по длине и требовали дополнительной обработки.



Рис. 30. Двуручная пила для продольного пиления бревен на доски

Машинное лесопиление. Первая механическая лесопилка с приводом от водяного колеса была построена в Германии в 1322 году. Затем такие же лесопилки были построены в Голландии, Шотландии и Португалии, а позже и в остальных странах Европы [10]. В Англии лесопилка появилась в 1633 году, но скоро была сожжена разбушевавшимися дровосеками, опасавшимися потерять работу от такого изобретения. В Америке первая лесопилка была построена в 1631 году.

В России машинное производство пиломатериалов мотивировалось развитием производства судостроения, когда спрос на пиломатериалы резко возрос. В 1691 г. в районе Архангельска построены три пильные мельницы (так назывались лесопильные заводы).

Водяная мельница – гидротехническое сооружение, использующее гидроэнергию, получаемую с водяного колеса, движение которого выполняет полезную работу посредством зубчатой передачи. Для усиления энергии воды реку перегораживают плотиной, в которой оставляют отверстие для струи воды, вращающей водяное колесо.

В 1721 г. Петр I принял решение к каждой мельнице отмежевать до 814 десятин земли, в т. ч. под селение 10 семей мастеровых людей по 6 десятин на семью. Владельцам мельниц разрешалось покупать крестьян и освобождать от платы за казенный лес. Приближенные

Петра I, получили право на постройку пильных мельниц в районе сплавных путей к Петербургу и обязались построить мельницы в течение 3 лет. Все это послужило серьезным стимулом к строительству лесозаводов. Согласно указу Сената 1760 г. «топорный тес» был запрещен [11].

В 1718 г. с целью ускорения судостроения в Казани, было решено вдобавок к имевшейся одной пильной мельнице построить еще две, чтобы выпиливать 20 000 досок на постройку новых кораблей.

В 1725 г. на Охте была построена ветряная мельница, распиливавшая 700 бревен в год. Другая ветряная трехрамная мельница Невского монастыря распиливала в год 600 бревен. Пильные ветряные мельницы строили в приморских районах, где можно было в течение года длительное время использовать силу ветра (в Архангельской губернии – 8 месяцев в году). В 1742 г. водяной четырехрамный завод был построен на Черной речке в 5 верстах от Шлиссельбурга, а у Невских порогов – крупный водяной восьмирамный завод, распиливавший около 3000 бревен в год.

В результате началось развитие заводского лесопиления, производство досок было перенесено с лесосек на лесозаводы и велось с использованием дешевой энергии ветра и воды. Все это и концентрация значительных объемов древесного сырья снизили трудовые и денежные затраты и потери древесины при обработке.

Лесопильные заводы начали превращаться в важнейших потребителей деловой древесины. В тот период они размещались в непосредственной близости от мест рубок леса, с которых древесину вывозили гужом или сплавливали. По железным дорогам в те годы перевозили незначительное количество пиловочных бревен.

Для потребностей новые пильные мельницы строились и вдали от верфей, в районе дубовых лесов. Дубовые доски использовались в корабельном и пушечном строениях. Пиломатериалы поставлялись также на экспорт.

Крупные промышленные предприятия обеспечивали себя пиломатериалами, полученными своими силами. Так, на Екатеринбургском железном и медном заводе двухрамная пильная мельница позво-

ляла распиливать 1152 бревна в год (при 12-часовом рабочем дне в течение 288 рабочих дней в году) или по 4 бревна в день.

Пильная мельница строилась на реке, где сооружалась прочная плотина и механизмы. На строительство мельницы затрачивалось много металла. Так на строение двухрамной лесопилки при Екатеринбургском казенном железном и медном заводе было израсходовано более 200 пуд. железа, не считая гвоздей.

На некоторых лесопилках использовался конный привод, на их строительство расходовалось железа только 8 пудов.

На водяной лесопильной мельнице работало 8 рабочих, которые распиливали 2500...3000 бревен в год. Схема мельницы приведена на рис. 31.

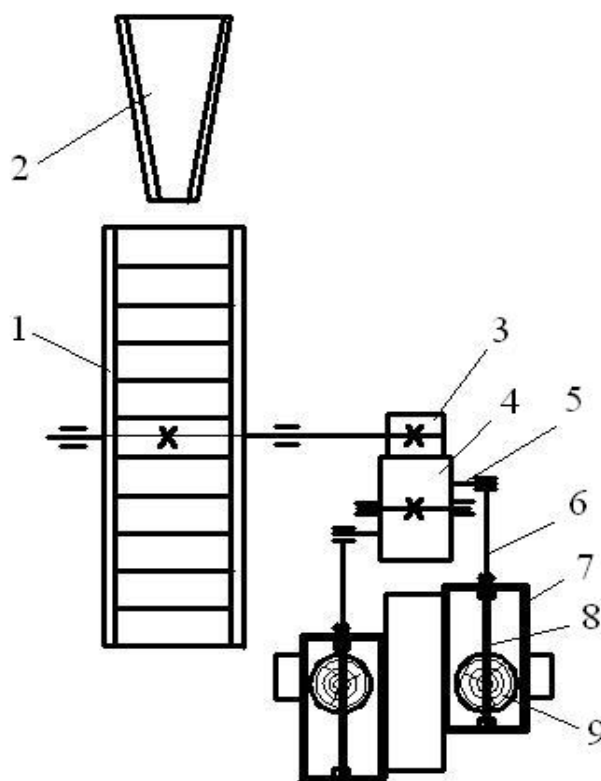


Рис. 31. Станок лесопильная рама с приводом от водяного колеса:

1 – водяное колесо; 2 – лоток для подачи воды; 3 – шестерня; 4 – зубчатое колесо;
5 – кривошип; 6 – шатун; 7 – пильная рама; 8 – пила; 9 – бревно

В начале XIX века на лесопилке распиливали от 13 до 19 бревен (в среднем 15) в день.

При работе лесопильной мельницы в плотине открывается створ, и поток воды устремляется по лотку на водяное колесо с лопастями в форме ящиков. Колесо вращается и с помощью кривошипно-шатунных механизмов приводит в возвратно-поступательное движение две пильные рамки. Распиливаемые бревна закреплены на санях, которые перемещаются с помощью трособлочных механизмов.

В пильную рамку можно было устанавливать несколько пил. Однако пил не хватало. В России пилы не делались, их покупали только за границей, главным образом в Германии. Кроме того, пильные рамки, шатуны и другие детали лесопилки делались из дерева, они были недостаточно прочными, быстро изнашивались, лесопилки часто выходили из строя. При установке в пильную рамку одной пилы нагрузка на лесопилку была меньше и поломки ее становились реже.

2.3.4. Эволюция круглопильных дереворежущих станков

Под эволюцией круглопильных дереворежущих станков понимается история их развития. Знание этой истории наилучшим образом ориентирует интуицию проектировщика и конструктора и помогает им выявить основные устойчивые связи, влияющие на развитие технического объекта. Знание истории часто подсказывает удачные идеи улучшения объекта, а пренебрежение закономерностями эволюции приводит к неудаче при проектировании.

Техническая эволюция – объективный процесс, в течение которого в объекте последовательно реализуются следующие основные функции: технологическая, энергетическая, управления и планирования [11]. Реализация в объекте технологической функции превращает его в рабочую машину, в которой все рабочие движения, необходимые для обеспечения технологической функции, выполняются вручную. Если рабочие движения обеспечивают обработку заготовки путем срезания с нее стружки, то такую рабочую машину называют станком.

При снабжении рабочих движений станка (главного, подачи, касательного и вспомогательных настроечных перемещений) энергети-

ческими возможностями станок становится механизированным с получением движений от двигателей. Механизация станка облегчает физический труд рабочего, но не исключает его полностью. Операции управления станком (включение, выключение, регулирование режима работы, загрузки и съема заготовок) выполняются вручную.

Снабжение механизированного станка функцией управления превращает его в автомат. Такими являются станки с числовым программным управлением, при эксплуатации которых человек выполняет функции контроля, наладки, подготовки и замены управляющих программ.

В перспективе станки автоматы будут снабжаться функцией планирования, позволяющей выбирать нужную управляющую программу из числа предварительно разработанных и хранящихся на носителе программ.

Таков общий путь эволюции станков. В период эволюционного развития станки выполняют все большее количество функций и становятся сложнее, разнообразнее, производительнее. При этом развитие станков подчиняется следующему правилу: если новые станки способны более производительно выполнять функции, ранее выполняемые человеком, то они должны заменять человека.

Первая круглая пила была запатентована в Англии в 1777 г. На базе такой пилы создан круглопильный станок для пиления древесины [12]. Этапы изменения конструкций станков характеризуются поколениями. Новое поколение станков существенно отличается технико-экономическими показателями, надежностью, функциональными возможностями от станков, выпускающихся ранее. Развитие станков от поколения к новому поколению было связано с внедрением новых видов приводов. В станках использовались и используются следующие двигатели:

- водяное колесо, вращающееся потоком воды;
- паровая машина, преобразующая энергию водяного пара в механическую работу (разработана И.И. Ползуновым в 1763 г. и Дж. Уаттом в 1774-1784 г.г.);

- двигатель внутреннего сгорания (создан Э. Ленуаром в 1860 г.), который применяется в станках, эксплуатируемых на открытом воздухе или на передвижных станках, используемых в лесу для распиловки круглых лесоматериалов при выполнении рубок ухода, например;

- электрические двигатели переменного тока, используемые в механизмах главного движения, двигатели постоянного тока, обеспечивающие плавное регулирование скорости подачи, электромагниты, применяемые в тормозных системах станков;

- гидравлические двигатели, использующие энергию сжатой жидкости – это двигатели вращательного движения – гидромоторы и двигатели поступательного движения – гидравлические цилиндры, диафрагмы; гидравлические двигатели обеспечивают плавное регулирование скорости рабочего движения;

- пневматические двигатели, использующие энергию сжатого воздуха, – это пневмоцилиндры, диафрагмы, камерные (рукавные) двигатели.

Эволюционное развитие станков внутри поколения реализовывалось путем многочисленных модернизаций, улучшений, которые приводили к накоплению положительных свойств, выявлению главного технического противоречия, препятствующего дальнейшему развитию. Разрешение (устранение) технического противоречия позволяло создать новую конструкцию станка, существенно отличающуюся технико-экономическими показателями, надежностью, функциональными возможностями, т.е. создать новое поколение станков.

Темпы эволюционного развития станков зависят от социальной потребности и научно-технического уровня деревообрабатывающей отрасли страны.

Так в 30-х годах прошлого столетия страна остро нуждалась в шпалорезных станках. Тюменскому станкозаводу была поставлена задача организации выпуска таких станков. Своей технической документации у завода не было. В 1928 г. за границей на золото был куплен шпалопильный станок модели «Тюнер» (см. сайт станкозавода). Были выполнены чертежи и необходимая для внедрения техническая

документация. В 1929 г. была выпущена первая опытная партия (5 станков), а в 1930 г. было выпущено 430 шпалорезных станков. Станки позволяли выпиливать из круглых лесоматериалов шпалы, брусья, доски. Простота конструкции и обслуживания, невысокая цена обеспечили высокий спрос на станок. Конечно, технический уровень станков был не выше, чем у станка «Тюнер», однако социальная потребность деревообрабатывающей отрасли в станках удовлетворялась.

После 1945 г. в стране выпускались станки для продольной распиловки круглых лесоматериалов на брусья, шпалы и доски моделей ЦДТ-4 (круглопильный делительный с подачей бревна на тележке), ЦДТ-5, ЦДТ-6, ЦДТ-7, ША (шпалорезный автомат). Станок ЦДТ-5 предназначен для раскроя коротких бревен длиной 0,5 - 2,0 м. Станок ЦДТ-7 имеет двухвальный механизм главного движения: один пильный вал расположен под бревном, другой – над бревном [13, 14]. В последние годы для продольной распиловки бревен в России популярны финские станки KARA.

Основной недостаток круглопильных станков заключается в том, что неработающие зубья пилы перемещаются в пропиле. Это означает, что при любом отклонении траектории перемещения распиливаемого материала от прямой линии неработающие зубья будут врезаться в стенки пропила, ухудшая шероховатость обработанной поверхности, изменяя форму и размеры пиломатериала. В этих условиях исключительно важно соблюдать точность базирования распиливаемого материала, т.е. точность ориентирования заготовки относительно диска пилы и неизменность выбранного ориентирования в процессе пиления. Для базирования в станках предусмотрены плоские поверхности стола (станка или каретки) и направляющей линейки.

Наиболее точным считается неподвижное базирование, при котором главная технологическая база заготовки не перемещается относительно установочной базы станка. Такое базирование часто используется в торцовочных станках ЦКБ40, ЦПА40, ЦМЭ-3Б или в станках для продольного пиления с подачей распиливаемого материала на каретке, например, в шпалорезных станках, или в современных станках

«БАРС», обеспечивающих индивидуальный раскрой бревен при угловом пилении. Однако, такие станки цикловые, периодического действия. Их производительность низкая.

Менее точным является скользящее базирование, при котором главная технологическая база заготовки скользит по установочной базе станка. Базирование используется в станках с непрерывной подачей заготовки. Станки отличаются высокой производительностью.

Для обеспечения непрерывной подачи в круглопильных станках используется вальцовый или гусеничный механизм подачи.

Вальцовый механизм подачи прост по конструкции, но вызывает перебазирование заготовки в процессе ее подачи. Вальцовый механизм подачи включает как минимум четыре вальца (подающих и прижимных), два из которых расположены перед пилой и два – за пилой. В работающем станке геометрические оси всех вальцов должны быть параллельны геометрической оси пильного вала. Выполнить это требование практически невозможно, в результате чего вальцы при подаче смещают заготовку вбок, вызывая ее перебазирование. В современных станках такое боковое смещение сознательно направляют в сторону направляющей линейки, в результате чего заготовка прижимается к линейке.

Гусеничный механизм подачи по сравнению с вальцовым обеспечивает более точное базирование заготовки. Однако он конструктивно более сложен и требует пристального внимания к износу направляющих гусеницы.

Опираясь на опыт производства шпалорезных станков, в довоенный период был выпущен станок для продольного пиления пиломатериалов с вальцовой подачей модели ЦА (круглопильный с автоматической подачей) (рис. 32).

До 40-х годов в станке использовался один электродвигатель для привода механизмов главного движения и подачи (в стране не хватало электродвигателей). Для привода механизма подачи производился отбор мощности с механизма главного движения. В станке ЦА-2 используется уже два электродвигателя для привода механизмов резания и подачи. Скорость подачи регулируется ступенчато. В станке

ЦА-3 применен гидравлический привод механизма подачи, обеспечивающий плавное регулирование скорости подачи. Естественно предположить, что, если будет проектироваться новый станок типа ЦА, то в приводе его механизма подачи будет использован преобразователь частоты электрического тока.

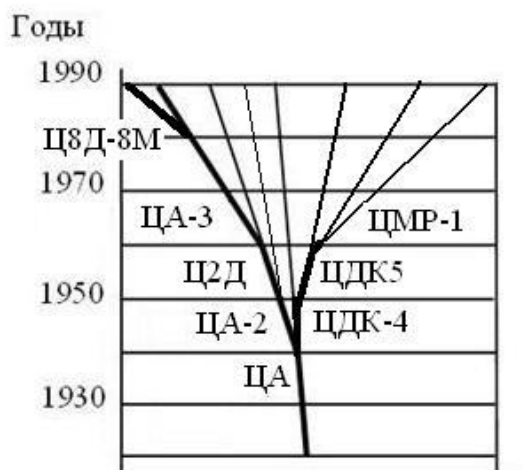


Рис. 32. Эволюция видов круглопильных станков

На базе станка ЦА для нужд лесопильного производства для обрезки необрезных пиломатериалов созданы двухпильные обрезные станки модели Ц2Д. В настоящее время в промышленности используются обрезные станки Ц2Д-7А, Ц2Д-8, Ц2Д-1Ф, Ц3Д-7, Ц4Д-4.

Станок Ц8Д-8М предназначен для продольной распиловки брусьев на доски и бруски в лесопильных потоках. Количество пил до 8, механизм подачи вальцовый. В настоящее время в промышленности используются многопильные станки Ц5Д-8, Ц8Д-10, Ц8Д-11, Ц8Д-12, Ц12Д-1.

Начиная с 1948 г. начался выпуск станков с гусеничным механизмом подачи модели ЦДК-4 (однопильный), ЦДК-5 (пятипильный), ЦМР-1 (десятипильный).

На приведенном рисунке по оси ординат показана смена периодов времени, а расходящиеся ломаные линии, направленные снизу вверх, с отложенными на них отрезками жизненных циклов образцов, представляют собой эволюционные схемы развития различных видов. Диаграмма начинается от исходного образца и похожа на ствол дере-

ва с ветвями. Ветви образованы сильными, устойчиво развивающимися видами технических объектов.

Круглопильный станок всегда рассматривался как объект, создающий опасность получения травм. Станки всегда снабжались элементами, предупреждающими получение травм: ограждениями, защитными кожухами, блокировочными контактами и др.

Для создания новых совершенных защитных элементов при их проектировании можно использовать известные методы технического творчества, например. В работающем круглопильном станке опасная ситуация получения травмы рабочим возникает в случае обратного выброса отпиленной заготовки. При работе станка нерабочие зубья пилы,двигающие в пропиле со скоростью 50 м/с, могут врезаться в отпиленную заготовку, разогнать и выбросить ее из станка в сторону рабочего. Это основной недостаток круглопильного станка. Техническое решение задачи можно получить так.

1. Выявляем основной недостаток.
2. Для предотвращения опасности получения травмы предложим простейшее решение: на пути вылета выброшенной заготовки поставим защитную стенку.
3. Выявляем новый недостаток: возникает затруднение подачи заготовок в станок.
4. Запишем техническое противоречие №1: если на станке нет защитной стенки, то заготовки могут беспрепятственно подаваться в станок, но вылетевшая заготовка из станка может травмировать рабочего.
5. Запишем техническое противоречие №2: если на станке установить защитную стенку, то она создаст препятствие подаче заготовок в станок, но вылетевшая заготовка из станка будет задержана стенкой и опасность травматизма будет предотвращена.
6. Опираясь на технические противоречия №1 и №2 создадим несколько вариантов решения задачи:
 - защитную стенку поставим перед станком на некотором расстоянии так, чтобы стенка не мешала подавать заготовки в станок. В

этом случае стенка будет защищать от травм рабочих, работающих за стенкой, но опасность травматизма для станочника сохраняется;

- защитную стенку установить на станке и выполнить ее в виде набора узких зубьев (когтей), свободно подвешенных на поддерживающей оси. При подаче заготовки в станок зубья поднимаются, поворачиваясь на оси, а при выбросе заготовки зубья врезаются в заготовку и заклинивают ее;

- для предотвращения выброса заготовки надо исключить возможность взаимодействия неработающих зубьев со стенками пропила. Для этого за пилой следует установить расклинивающий нож, толщиной на 0,1 мм больше ширины пропила.

После анализа полученных технических решений в современных круглопильных станках для продольного пиления древесины всегда используются когтевые завесы и расклинивающие ножи.

Круглопильные станки являются мощным источником шума. Шум создается пилами, которые вибрируют, вызывая колебания воздуха. Еще совсем недавно все станки выполнялись раскрытыми, все механизмы станка можно было видеть. Шумность и травмоопасность таких станков была особенно велика. Сейчас круглопильные станки выполняются в закрытом исполнении. Они выполнены в форме параллелепипеда, в котором имеется окно для подачи заготовки и противоположное окно для выхода детали. Станки стали менее шумными и менее опасными в получении травм.

Подводя итог, отметим, что круглопильные станки находят самое распространенное применение в деревообрабатывающей промышленности. Базой их развития послужила простейшая лесопильная рабочая машина с ручным приводом. В процессе эволюционного развития круглопильные станки усложнялись, снабжались различными приводами, механизмами базирования, защитными устройствами. Увеличение социальной потребности и рост технического уровня промышленности деревообрабатывающего станкостроения, применение методов научно-технического творчества ускоряют темпы эволюционного развития.

Контрольные вопросы и задания

1. Расскажите о каменных орудиях труда. Значение рукоятки. Как обеспечивалась острота режущих кромок?
2. Перечислите типы металлических режущих инструментов, их конструкция и назначение.
3. Расскажите о пилах, лучковых пилах.
4. Расскажите о понятиях рабочая машина, станок, пресс, машина.
5. Расскажите об основных этапах развития токарного станка.
6. Что такое мануфактурное производство, достижение российских ремесленников в период мануфактуры.
7. Дайте характеристику начального фабрично-заводского производства в России.
8. Расскажите о машинах, используемых для валки и разделки деревьев в конце XIX начала XX века.
9. Расскажите о технологии производства пиломатериалов в России, инструментах и оборудовании.
10. Появление круглой пилы, круглопильного станка. Эволюция развития круглопильных станков.
11. Назовите недостатки пиления круглыми пилами.

РАЗВИТИЕ НАУКИ О РЕЗАНИИ ДРЕВЕСИНЫ

3.1. Понятие о науке

С отменой крепостного права (1861 г.) Россия встала на путь капитализма с развитием промышленности на основе машинной техники. В деревообрабатывающей отрасли к этому времени за многолетний предшествующий период накопилось много фактов, надежных знаний о свойствах и качествах различных пород древесины, дереворежущего инструмента и методах их обработки резанием. С такими знаниями люди постоянно сталкивались в своей повседневной практической жизни, продолжая находить новые факты и результаты. Все это **обыденные знания**, пока не научные.

Обработка древесины резанием нуждалась в развитии научных знаний. В отличие от обыденного знания наука не ограничивается нахождением новых фактов, а стремится объяснить их с помощью существующих гипотез, законов и теорий, либо специально вырабатывает для этого новые теоретические представления [15].

Фундамент науки строится на систематизации и организации знания, основывается на формировании новых понятий, законов и теорий. С помощью их удастся не только объяснить уже известные факты и явления, но и предсказать новые, неизвестные ранее факты и явления.

В структуре научного знания можно выделить два уровня: эмпирический и теоретический уровень.

Знания эмпирического уровня представляют собой результат непосредственного контакта с реальностью в наблюдении или эксперименте. Эмпирический уровень более связан с источником знания и в этом отношении более объективен.

Теоретический уровень представляет собой объяснение объективной реальности. Его главной задачей является описание, систематизация и объяснение всего множества данных эмпирического уровня. Эмпирический и теоретический уровни обладают определенной автономией, однако их невозможно оторвать (отделить) один от другого. Можно утверждать, что над эмпирическим уровнем знания всегда надстраивается теоретический уровень.

Теоретический уровень отличается от эмпирического тем, что на нем происходит научное объяснение фактов, полученных на эмпирическом уровне. На этом уровне формируются конкретные научные теории.

3.2. Первые эмпирические знания о резании древесины

Возникновение науки связано с разделением умственного и физического труда. В XIX веке появились исследователи, которые стремились добывать факты по резанию древесины. Они проводили опыты, делали описания проведенных экспериментов.

Первая публикация экспериментов сделана Coquilhat (Кокила) в 1840–41 гг. *Casimir-Érasme Coquilhat* (Кокила), будучи капитаном артиллерии бельгийской армии, служил в артиллерийском училище г. Льеж преподавателем и вышел в отставку в 1874 г. в звании генерал-майора [16].

Кокила на токарном станке производил опыты по сверлению отверстий в чугунах, железе, бронзе, а также в дереве и известковом камне. Для охлаждения сверла применялась мыльная вода или масло. Фиксируя время и число оборотов заготовки, Кокила определил работу, совершаемую при снятии определенного объема стружки. Он

пришел к выводу, что работа, идущая на сверление, пропорциональна высверливаемому объему материала и не зависит от диаметра сверла.

В 1858 г. немецкий исследователь профессор Фридрих Виебе (Wiebe, Fridrich) опубликовал работу «Обработка машиностроительных материалов», в которой представил вариант формулы для расчета силы резания F_x :

$$F_x = kS_o b,$$

где k – величина, которую Виебе называет *Schnittfestigkeit* (прочность сечения); S_o – подача резца на один оборот заготовки; b – ширина стружки.

В исследовании ставилась задача определения физического смысла величины k . Эта величина должна учитывать физико-механические свойства обрабатываемого металла. Поэтому за значение k была принята величина удельной нагрузки, полученной в результате опытов по скалыванию (срубанию) заклепок и болтов.

В 1864 г. инженер морского завода француз Жозеф-Эмиль Жоссель (Joëssel, Joseph-Émile) опубликовал результаты своих экспериментов по обтачиванию образцов железа, чугуна и бронзы в статье «Об опытах, относящихся к форме и применению резцов, произведенных на имперском заводе в Эндре, при помощи динамометра Торена».

Схематизируя процесс резания, Жоссель оперировал двумя углами – углом заострения (по современной терминологии) β и задним углом α . Угол β Жоссель назвал *trenchant* (режущий), а угол α – *incidence* (случайный). Угол α находился в пределах $3...4^\circ$. Жоссель сделал попытку минимизировать работу, необходимую для снятия стружки, за счет наивыгоднейшей формы резца. Он показал, что работа резания с ростом скорости резания сначала убывает с увеличением угла заострения до определенного значения, после чего снова возрастает. Полученная им следующая зависимость:

$$F_x = kba^2,$$

где b – ширина и a – толщина среза. Позднее зависимость не подтвердилась. Анализ его работы и математическую обработку результатов,

позднее выполнили другие исследователи, в частности русский ученый Аксель Вильгельмович Гадолин.

Важным материалом в работе Жосселя являются зарисовки схемы процесса резания (рис. 33) и рисунок полученной стружки (рис. 34).

На рис. 33а показано положение резца с углами β и α относительно плоскости резания МХ, на рис. 33б показана схема скалывания элементов стружки. На рис. 34 показана стружка, срезанная на длине заготовки АВ с выраженным элементным строением.

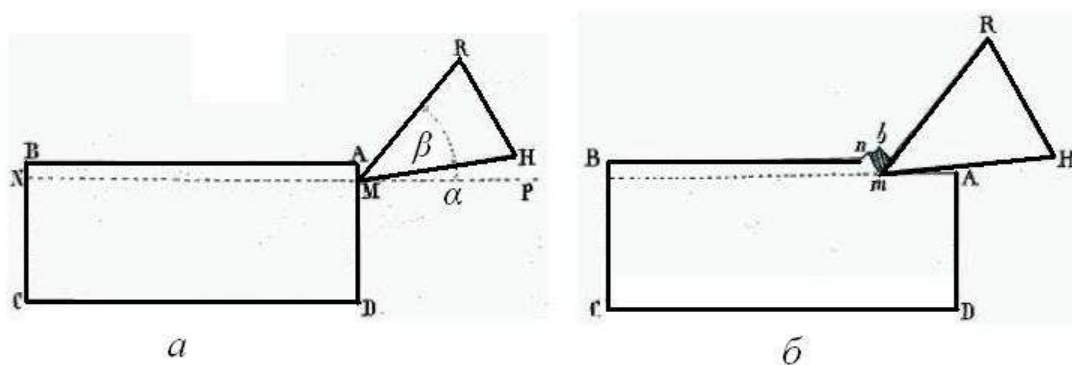


Рис. 33. Схемы строгания материала по Жосселю:

а – общая схема; б – схема стружкообразования

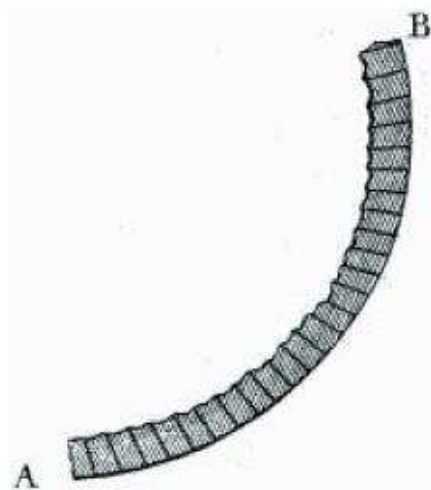


Рис. 34. Металлическая стружка, образуемая при резании

Стружка, как отметил Жоссель, образуется путем периодического возникновения элементов. Она состоит из приваренных друг к другу элементов, наружная сторона которых гладкая, а внутренняя – неровная, с острыми кромками, как щетина (*herisso*), причем ее толщина заметно больше толщины снимаемого слоя материала. Это говорит о том, что

Жоссель первым обнаружил явление скалывания при резании, заметил явление усадки стружки.

Все приведенные исследования по резанию материалов создавали только обыденные знания. В них приводились описания процессов резания, схемы, рисунки процессов резания, результаты измерений сил резания и даже формулы для расчета сил резания. Однако в обыденных знаниях не делались объяснения полученных результатов, опираясь на логику и законы физики. Поэтому обыденные знания нельзя считать научными.

3.3. Рождение науки о резании древесины

Основные этапы развития теории резания. Основоположителем науки о резании древесины считается русский ученый *Иван Августович Тиме* (1838, Златоуст – 1920, Петроград) [17], профессор Петербургского горного института, выдающийся деятель отечественной горной науки, один из основателей русской школы машиностроителей, создатель горнозаводской механики.

Иван Августович родился в Златоусте. В 1851 г. поступил во второй класс Института корпуса горных инженеров, по окончании которого работал на золотых приисках Германии, Австрии, Бельгии,



И.А. Тиме

Франции, Англии. В 1859 – 1866 гг. работал на заводах Урала, а в 1866 – 1870 гг. – на заводах Донбасса. В 1866 г. строил Лисичанский металлургический завод в Донбассе. Выполняя поручения Горного департамента, изучал возможности использования водной энергии в горной промышленности Урала и Олонецкого края, в 1898 г. обследовал водопады Кивач, Порт-Порог, Гирвас, Сунский в Карелии. Опубликовал более 600 научных тру-

дов, имевших большое значение для отечественной науки и техники. Основоположник горнозаводской механики как науки, И.А. Тиме разработал ее курс, а также курс гидравлики, паровых машин и котлов, признанный в свое время классическим. Установил приоритет России в создании теории резания металлов и дерева. Самые известные его книги: «Горнозаводская механика» (1879), «Практический курс паровых машин» в двух томах (1886—1887), «Курс гидравлики» в двух томах (1892—1894), «Основы машиностроения» в двух томах (1883—85).

Работы «Соппротивление металлов и дерева резанью» (1870), «Мемуар о строгании металлов» (1877) и «Образование стружек при пластичных материалах» (1884) сыграли большую роль в создании теории резания металлов и дерева.

Исследовательская работа «Соппротивление металла и дерева резанию», была выполнена на Луганском заводе. В декабре 1870 г. И.А. Тиме защитил эту работу в качестве диссертации для получения звания профессора Санкт-Петербургского горного института. В ней изложены результаты опытов по срезанию стружек и теория процесса резания. И.А. Тиме впервые дал определение процесса резания, привел классификацию стружек, логически объяснил явление усадки стружки (изменение размера в результате пластического деформирования), доказал, что толщина и ширина срезаемого слоя по-разному влияют на работу резания. Это первая исследовательская работа, в которой результаты наблюдений не только описаны, но и логически объяснены. Так была выполнена первая научная работа по резанию металлов и дерева.

И.А. Тиме изучал процесс резания при малой скорости, наблюдал за ним невооруженным глазом, измерял силу резания, навешивая грузы на плечо рычага.

На основании экспериментальных исследований ученым была установлена зависимость между силой резания и размерами срезаемого слоя, показана периодичность процесса стружкообразования и определен «угол действия» при отделении элемента стружки. Им учитывалось волокнистое строение древесины и предложено рассматривать

торцовое, продольное и поперечное резание. А для расчета силы резания F_x им была предложена формула

$$F_x = Kba,$$

где K – удельная работа резания, Дж/см³; b , a – ширина и толщина срезаемой стружки, мм.

Сначала И.А. Тиме считал, что для данного обрабатываемого материала значение K постоянно, и сила резания изменяется по величине пропорционально ширине и толщине стружки. Позднее в сочинении «Основы машиностроения» он пересмотрел свои взгляды. Найдя массу стружек, приходящуюся на единицу работы, он заключил, что для образования мелких стружек требуется большая работа, нежели для образования крупных стружек. А удельная работа резания должна уменьшаться с увеличением толщины стружки. В итоге И.А. Тиме первым из исследователей пришел к выводу, что ширина и толщина срезаемого слоя оказывают разное влияние на силу резания.

В 1884 г. профессор Санкт-Петербургского технологического института **Петр Алексеевич Афанасьев** в работе «Определение усилия и его работы при образовании стружек», опираясь на эксперименты, проведенные Тиме, сделал попытку получить теоретическим путем формулу для расчета силы резания с учетом силы трения стружки с передней поверхностью резца.

В 1886 г. П. А. Афанасьев опубликовал «Курс механической технологии дерева», в котором при анализе процесса стружкообразования использованы методы науки сопротивления материалов. В книге уточняется форма эпюры давлений стружки на резец. П.А. Афанасьев впервые указывает на роль трения в процессе резания.

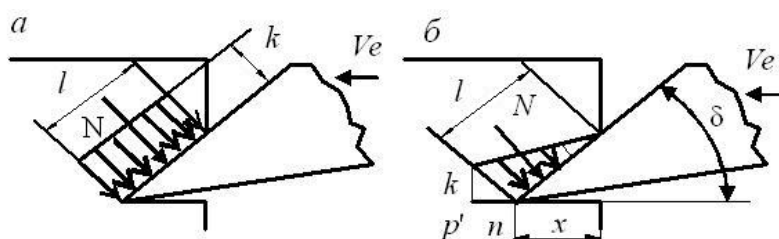
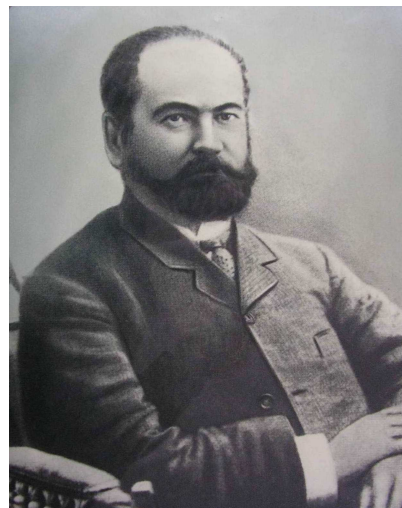


Рис. 35. Эпюры нормальных давлений материала на переднюю поверхность лезвия:
а – по И.А. Тиме; б – по П.А. Афанасьеву

В отличие от И.А. Тиме, П.А. Афанасьев считал, что давление обрабатываемого материала на переднюю поверхность распределено неравномерно, и что наибольшее оно у режущей кромки, а в точке входа в древесину равно нулю. Давление от нуля до максимума изменяется по линейной зависимости, поэтому эпюра нормальных давлений имеет форму треугольника (рис. 35б).



К.А. Зворыкин

Константин Алексеевич Зворыкин в своих работах «Работа и усилие для отделения металлических стружек» и «Курс механической технологии дерева» (1894) пытался выяснить влияние площади сечения стружки на усилие резания при постоянной толщине и переменной ширине стружки. Они, как и другие, занимают заметное место в науке о резании древесины. Результаты опытов показали, что работа резания пропорциональна объему снятых стружек, следовательно, сила резания изменяется пропорционально ширине стружки. Совсем другие результаты получились, когда сечение стружки варьировало только за счет ее толщины. Работа резания изменялась непропорционально толщине стружки. К.А. Зворыкин отмечает, что удельная работа резания «не есть величина постоянная, а, напротив, переменная и уменьшается с увеличением толщины стружки».

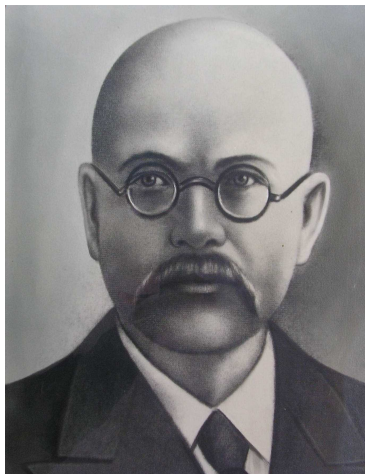
К.А. Зворыкиным проведено 230 экспериментов, на основании которых получена эмпирическая зависимость для определения удельной работы резания

$$K = \frac{K'}{a^{0,33}},$$

где K' – постоянный коэффициент.

Так, К.А. Зворыкин первым из исследователей экспериментально доказал, что удельная работа резания убывает с увеличением толщины стружки, подтвердив правильность взглядов И.А. Тиме.

Точность исследования процесса резания зависит от уровня средств измерения. Методы и средства измерения развивал **Яков Григорьевич Усачев** (1873-1941), физик, специалист в области резания металлов.



Я.Г. Усачев

Яков Григорьевич родился в с. Никольском Курской губернии в крестьянской семье. Окончил три класса церковно-приходской школы, затем учился у кустаря-ремесленника. Самостоятельно изучил высшую математику, физику, прикладную механику и металловедение.

Известный в Курске профессор В. В. Скобелцын помог Я.Г. Усачеву устроиться механиком в Высшее горное училище Екатеринослава, а в 1902 – мастером в физическую лабораторию Петербургского политехнического института, которой он тогда руководил.

В 1912 г. Я.Г. Усачев создал динамометр оригинальной конструкции, при помощи которого многие ученые проводили исследования металлов. Ему принадлежит также приоритет в создании термопары для измерения температуры рабочей части резца и изучения тепловых явлений в процессе резания металлов.

Наиболее известная работа ученого – «Явления, происходящие при резании металлов». Он изучал процесс резания металлов при промышленных скоростях, фотографируя обработанные поверхности и поверхность стружки под микроскопом.

Силу резания измерял сконструированным им механическим динамометром. Для определения температуры поверхности резца использовал термопару. При этом для определения количества тепла в срезанной стружке он складывал ее в калориметр.

За вклад в развитие советской науки и техники в 1936 г. Я.Г. Усачев был награжден орденом Ленина. До самой смерти ученый продолжал трудиться в одном из НИИ Ленинграда.



А.Н. Челюскин



М.А. Дешевой

В 1925 г. в работа «Влияние размеров стружки на усилие резания металлов» **Андрей Николаевич Челюскин** цифрами и графиками подтвердил неодинаковое влияние ширины и толщины срезаемого слоя на силу резания. Этот труд, по словам ученого, является «результатом критической обработки главнейших сочинений, относящихся к вопросу резания металлов на станках, а также собственных изысканий и опытов автора в этой области».

Михаил Александрович Дешевой в работе «Механическая технология дерева» (1934) изложил оригинальную, разработанную и методично построенную научную теорию резания древесины. Как и И.А. Тиме, Михаил Александрович, используя методы механики в анализе процесса стружкообразования при резании, установил связи между сопротивлением древесины резанию и показателями ее механических свойств. Он предложил более совершенные методы расчета мощности и производительности деревообрабатывающих машин.

Анализируя исследования И.А. Тиме, профессор М.А. Дешевой пришел к выводу, что сила резания равна сумме двух сил: затрачиваемой на срезание материала режущей кромкой, и затрачиваемой на сжатие его в стружке. При этом первая составляющая силы резания не зависит от толщины стружки. Это важнейшее заключение впоследствии использовали в своих работах все ученые.

В 1930-х гг. проводили первые исследования А.Э. Грубе, А.Л. Бершадский, С.А. Воскресенский, Ф.М. Манжос, Е.Г. Ивановский. Научными достижениями этих ученых мы широко пользуемся в настоящее время.

Сергей Александрович Воскресенский, доктор технических наук, профессор, развиваются идеи М.А. Дешевого в применении методов механики в анализе процессов резания. Большое внимание при этом Сергей Александрович уделяется выявлению эпюры нормальных давлений в зоне резания и определению силы резания. Одним из главных постулатов теории С.А. Воскресенского является выявление составляющих силы резания. Приступая к анализу составляющих, С.А. Воскресенский отмечал, что между процессами, происходящими в разных зонах, существует неразрывная связь. Однако в итоге сила резания представляется им как сумма трех сил: силы надрезания $F_{хн}$, силы деформации стружки $F_{хд}$ и силы резания по задней грани $F_{хз}$.

В этой сумме сил остается неясной функция каждой составляющей в процессе резания, так как они не связаны между собой. Это послужило поводом для критики теории С.А. Воскресенского другими учеными. А.Л. Бершадский замечает по этому поводу, что условность разделения резца и его работы на самостоятельно выделенные слагаемые, допустимая для общих предварительных рассуждений, совершенно не допустима для распространения ее на расчетную практическую формулу. Процесс резания неделим. В нем нет границ раздела между отдельными процессами. Наоборот, один процесс действует на другой, связь между процессами интегральная, а не арифметическая. Следовательно, изолированные независимые слагаемые не отражают реальную сущность процесса резания.

Анализируя книгу С.А. Воскресенского по резанию древесины, Е.Г. Ивановский писал, что применение только одного механико-математического метода сдерживает развитие науки о резании. Резание древесины есть одно из самых сложных физических явлений. Именно так надо подходить к нему при изучении. Подобное понимание метода исследования не предполагает открытия новых физических законов, но требует выявления характера действия известных за-

конов при резании. Начала механики материалов помогают выявить ряд закономерностей резания, но не все, и поэтому нельзя ограничиваться только ими.

Александр Львович Бершадский – основоположник физико-технологического метода изучения процесса резания древесины, доктор технических наук, профессор. На протяжении всей жизни Александр Львович совершенствовал метод расчета режимов резания. Для определения величины удельной работы резания K он воспользовался формулой К.А. Зворыкина, записав ее так:

$$K = \frac{K'}{a^m},$$

где m – коэффициент, характеризующий степень роста K .

С 1940 г. эта формула вошла в метод расчета; она оказалась удобной и удовлетворяла запрос практики. Однако такой метод не позволяет определить другие составляющие силы резания, например радиальную силу резания.

В 1960-х гг., опираясь на результаты исследования древесины в замкнутом пространстве и допуская, что деформирование срезаемого слоя передней гранью лезвия происходит в области постоянных давлений, А.Л. Бершадский устанавливает взаимосвязь касательной силы резания с толщиной среза при ширине среза 1 мм. Рождается общий закон резания древесины, который стал базой современного физико-технологического метода расчета режимов резания.

А.Л. Бершадским создано много научных трудов. Основные: «Резание древесины» (1956 и 1975; в соавторстве с Н.И. Цветковой), «Справочник по расчету режимов резания древесины» (1962), «Расчет режимов резания древесины» (1967). Опираясь на результаты экспериментов и понимание физической природы процесса резания, А.Л. Бершадский разработал и постоянно уточнял расчетный метод. Этот метод получил широкое распространение в инженерной практике.



А.Л. Бершадский

А.Л. Бершадский руководил факультетом механической технологии древесины Архангельского лесотехнического института (1934-1941), заведовал кафедрой механической технологии древесины Белорусского лесотехнического института (1946-1959), работал на кафедре станков и инструментов Московского лесотехнического института.



А.Э. Грубе

Александр Эдуардович Грубе (1907 - 1974) – крупнейший специалист по деревообработке и, прежде всего в области дереворежущего инструмента, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР. Возглавляя кафедру станков и инструментов Ленинградской лесотехнической академии, Александр Эдуардович занимался научными исследованиями пиления круглыми пилами, про-

блемами дереворежущего инструмента, выводил эмпирические расчетные формулы для управления режимами обработки древесины на станках. Основные научные труды А.Э. Грубе – «Станки и инструменты» (1949), «Дереворежущие инструменты» (1958), «Дереворежущие инструменты с пластинками из твердого сплава» (1963).



Ф.М. Манжос

Федор Матвеевич Манжос, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР. С 1944 г. когда была создана кафедра станков и инструментов Московского лесотехнического института, Федор Матвеевич заведовал ею. Только в последние годы жизни переехал жить в г. Киев и занимал должность заместителя директора по научной работе УкрНИИМОД.

Сферой научных интересов Ф.М. Манжоса прежде всего было фрезерование древесины и древесных материалов. Это теме он диссертационной работы кандидата технических наук. Диссертационную работу доктора технических наук, посвященную основным вопросам точности механи-

ческой обработки древесины, он защитил в 1952 г. он защитил по основным вопросам. Главные труды Ф.М. Манжоса – «Фрезерные станки и их эксплуатация» (1940), «Резание древесины. Энциклопедический справочник» (1949), «Точность механической обработки древесины» (1959), «Дереворежущие станки» (1963, 1974).

Евгений Григорьевич Ивановский, профессор кафедры станков и инструментов Ленинградской лесотехнической академии, разработал физическую теорию резания древесины, изложенную в книге «Резание древесины» (1975).

С физической точки зрения резание есть совокупность процессов образования новых поверхностей, деформирования и трения в системе «резец – заготовка». Этим процессам в книге уделено много внимания. Приведены сведения о механизме и количественной оценке преобразования механической энергии в тепловую, электрическую, о приращении энергии молекул; о методах и средствах измерения механических и физических величин, характеризующих энергетику и качество поверхностей резания. Аналитически выявлено важное условие организации установившегося процесса резания. Для его совершенствования предложено в зону резания вводить дополнительную энергию, препятствующую переходу потенциальной энергии сжатой древесины в кинетическую. Этот прием позволяет организовать установившийся процесс резания при высоких скоростях резания и получить качественную поверхность обработки.

Исследования по резанию древесины и древесных материалов в нашей стране ведут все высшие учебные заведения лесопромышленного профиля, а также отраслевые научно-исследовательские институты (ЦНИИМОД, г. Архангельск; ЦНИИМЭ, г. Химки Московской обл.; ВНИИДрев, г. Балабаново Калужской обл.; СибНИИЛП, г. Красноярск).

В заключение отметим, что научные труды основоположника науки о резании древесины И.А. Тиме дали возможность целой плеяде русских ученых (П.А. Афанасьеву, К.А. Зворыкину, А.Н. Челюскину, Я.Г. Усачеву, М.А. Дешевому, А.Л. Бершадскому, А.Э. Грубе, Ф.М. Манжосу, С.А. Воскресенскому, Е.Г. Ивановскому и многим

другим) создать российскую школу обработки древесины резанием. Эта школа занимает сейчас ведущее место в мире.

3.4. Научные школы

Резание древесины – сложный процесс. Его сложность обусловила появление разных направлений в развитии теории резания. В настоящее время наука о резании древесины развивается по трем направлениям.

Первое направление основано на применении метода механико-математического анализа процесса резания. Это школа И.А. Тиме, М.А. Дешевого, С.А. Воскресенского. Ученые этой школы переносят методы науки о сопротивлении материалов на анализ действия сил и поведения стружки в процессе резания древесины.

Второе направление развивает физическую теорию резания древесины. Процесс резания рассматривается как физический. Изучаются, прежде всего, процессы упругого и остаточного деформирования древесины, трения на молекулярном уровне, влияние на эти процессы скорости резания. Это направление представлено школой В.Д. Кузнецова и Е.Г. Ивановского.

Третье направление использует физико-технологический метод, математически обобщающий экспериментальные данные процессов резания в эмпирические формулы, пригодные для практических расчетов. Формулы объединяют физические и технологические параметры. Это школа А.Л. Бершадского.

Между указанными тремя теориями резания нельзя провести резких границ. Они части одной теории, объединенные единством цели.

3.5. Итоги развития школы А.Л. Бершадского

Обращаясь к развитию науки о резании древесины многие исследователи отдают предпочтение школе Александра Львовича Бершадского. При этом в работах А.Л. Бершадского отмечается много противоречий, неточностей, упрощений формул, ориентированных на воз-

где λ – коэффициент: $\lambda = \rho^2 + 0,2\rho + 0,01$; где ρ – радиус закругления режущей кромки лезвия, мм.

С использованием уравнения (2) при решении обратных задач указанные проблемы исчезли.

2. *Сила резания по задней поверхности лезвия.* По А.Л. Бершадскому сила резания по задней грани лезвия $F_{xz} = 0,2\rho$. Этот результат получен при конкретных условиях резания и не может быть распространен на все случаи.

Из уравнения (2) получена формула, пригодная для всех случаев резания

$$F_{xz} = (\rho + 0,1k) \left(\frac{\rho_o}{\rho_o + 50} \right). \quad (3)$$

3. *Коэффициент затупления режущей кромки лезвия.*

По А.Л. Бершадскому

$$\alpha_\rho = 1 + \frac{0,2\Delta_\rho}{\rho_o}.$$

Предложено

$$\alpha_\rho = 1 + \left(1 + 0,1 \frac{k}{\rho} \right) \frac{\Delta_\rho}{\rho_o + 50}. \quad (4)$$

Пример. Определить значение коэффициента затупления α_ρ при резании с $\rho_o = 5$ мкм и $\Delta_\rho = 20$ мкм и касательной силой резания, описанной уравнениями

$$F_{x1} = 4\alpha_\rho + 38a,$$

$$F_{x1} = 1,5\alpha_\rho + 13a.$$

Для первого уравнения получим следующее выражение для α_ρ :

$$\alpha_\rho = 1 + \frac{(1 + 0,1 \frac{38}{4})20}{5 + 50} = 1,71.$$

Для второго уравнения получим

$$\alpha_{\rho} = 1 + \frac{(1 + 0,1 \frac{13}{1,5}) 20}{5 + 50} = 1,68.$$

Для сравнения приведем результат по формуле А.Л. Бершадского

$$\alpha_{\rho} = 1 + \frac{0,2 \Delta_{\rho}}{\rho_o} = 1 + \frac{0,2 \cdot 20}{5} = 1,8.$$

Таким образом, значения коэффициента затупления, вычисляемые по формуле (4) получаются несколько ниже, чем по методу А.Л. Бершадского. Отклонения составляют соответственно 5 и 6,7%.

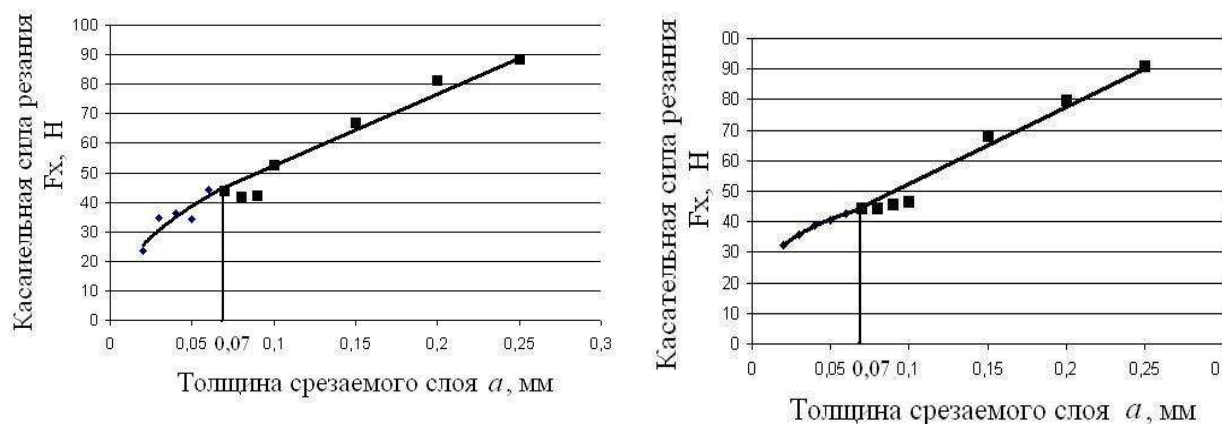
4. *О взаимосвязи сил*, действующих при резании по задней и передней поверхностям лезвия. Вопрос до сих пор окончательно не решен. А.Л. Бершадский признавал действие закона о диалектической взаимосвязи процессов, происходящих при резании материала, однако на практике не знал, как это отразить в расчетных формулах.

Из предложенных формул (3) и (4) следует, что сила резания по задней поверхности лезвия зависит от величины k – касательного давления срезаемого слоя по передней поверхности и величины радиуса закругления режущей кромки ρ_o ($\rho = \rho_o + \Delta_{\rho}$), одного из параметров задней поверхности.

По А.Л. Бершадскому работу передней поверхности лезвия характеризует параметр k , а задней поверхности – параметры ρ и ρ_o . Формула (4) определенным образом объединяет эти параметры и указывает на взаимосвязь процессов, происходящих по передней и задней граням резца при резании.

5. *О границе зон микро- и макро срезаемых слоев древесины*. По А.Л. Бершадскому эта граница находится в точке $a = 0,1$ мм. Почему это так. Объяснений нет.

Для решения вопроса были проведены экспериментальные исследования В.В. Глебовым в рамках выполнения магистерской диссертации по строганию кромок фанеры [19]. Результаты экспериментов в виде графиков представлены на рис. 37.



a

б

Рис. 37. Зависимость касательной силы резания от толщины срезаемого слоя при строгании кромок фанеры толщиной 6 мм:

a – для продольных кромок; *б* – для поперечных кромок

Графики показывают, что граничной абсциссой между кривой линией в диапазоне срезаемых микро слоев и прямой линией в диапазоне срезаемых макро слоев является абсцисса $a_0 = 0,07$ мм.

6. Касательная сила резания на передней поверхности лезвия. По А.Л. Бершадскому

$$F_{xn} = 0,8p + ka.$$

Предложено находить по схеме рис. 38.

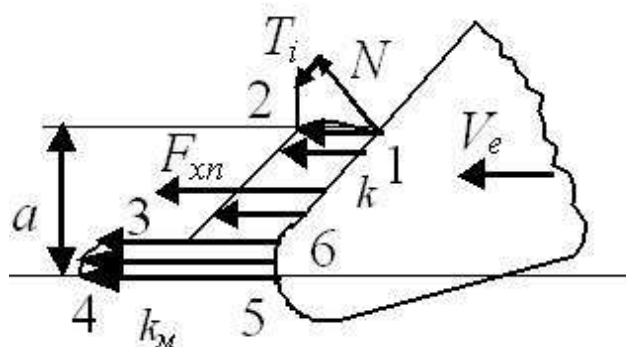


Рис. 38. Схема к расчету касательного давления срезаемого слоя на переднюю поверхность лезвия

Если форму слоев эпюры принять за параллелограммы, то единичную силу F_{xn} для срезаемого макрослоя можно найти как сумму площадей слоев эпюры по следующему выражению [18]:

$$F_{xn} = 0,1k_m + k(a - 0,1) \quad (5)$$

где k_m, k – касательное давление на передней поверхности, равное сумме проекций векторов нормального давления и трения на направление скорости резания соответственно для микрослоя и внешнего слоя, МПа;

a – толщина срезаемого слоя, мм;

0,1 – толщина микрослоя в срезаемом макрослое, мм.

Если толщина срезаемого слоя $a_m < 0,1$ мм (микрослой), то

$$F_{xn} = k_m a_m. \quad (6)$$

7. *Высота микронеровностей* фрезерованной поверхности. До недавнего времени считалось, что высота микронеровностей фрезерованной поверхности зависит только от количества зубьев фрезы, подачи на зуб и диаметра фрезы. Высоту образуемой кинематической волны определяли по формуле

$$R_{m \max} = \frac{l^2}{4D},$$

где l – длина кинематической волны, мм; $l = S_z Z$;

D – диаметр фрезы, мм.

В настоящее время признано, что величина микронеровностей фрезерованной поверхности зависит также от неточности длин радиусов отдельных зубьев.

Математическая модель для определения величины микронеровностей получена с использованием геометрической модели цилиндрического фрезерования (рис. 39).

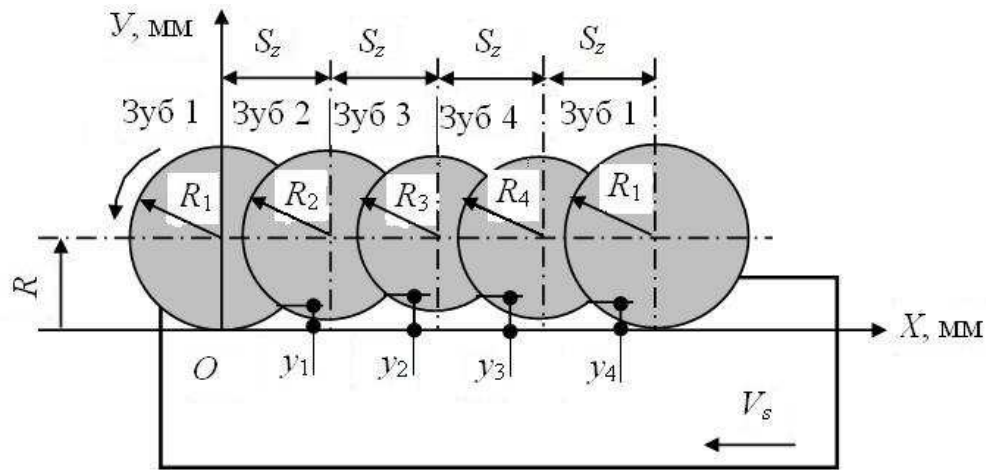


Рис. 39. Формирование кинематических волн на обработанной поверхности

Написав уравнения окружностей для каждого лезвия радиусом R и решив их попарно, найдем высоту гребешков кинематических волн. Высота гребня, образованного произвольной парой зубьев

$$y_i = R - \sqrt{R_{li}^2 - \left[\frac{S_z}{2} + \frac{\Delta(2R_{li} - \Delta)}{2S_z} \right]^2}. \quad (7)$$

Таким образом, высота гребешков волн y при цилиндрическом фрезеровании зависит от величины подачи на зуб S_z и погрешностей радиусов режущих кромок лезвий Δ относительно максимального радиуса R . Эта зависимость описана уравнением (8):

$$S_z = \sqrt{y(2R - y)} + \sqrt{y(2R - y) - \Delta(2R - \Delta)}. \quad (8)$$

Отсюда можно сделать два вывода. *Во-первых*, неточность радиусов лезвий Δ фрезы не должна превышать высоту гребней кинематических волн y . Если требуется получить фрезерованную поверхность с высотой гребешков волн $R_{m \max} = y = 50 \text{ мкм}$, то максимальная погрешность радиусов $\Delta = R - R_i$ не должна превышать 50 мкм. *Во-вторых*, значение подачи на зуб складывается из двух слагаемых. Первое из них равно половине максимального значения S_z при $\Delta = 0$, а второе меньше первого с поправкой на погрешность длин радиусов Δ .

Допустимая погрешность радиусов лезвий находится по уравнению, мм

$$\Delta = R - \sqrt{R^2 + S_z^2 - 2S_z \sqrt{2Ry - y^2}}. \quad (9)$$

8. *Прифуговка лезвий.* Прифуговка лезвий позволяет уменьшить неточность расположения режущих кромок. При прифуговке радиус фрезы укорачивается на величину τ , и на задней поверхности лезвия образуется фаска. Ширина фаски должна быть не более $b = 0,15-0,20$ мм.

$$\tau = \frac{b}{\operatorname{tg}(\beta + \gamma) - \operatorname{tg} \gamma}. \quad (10)$$

При $b = 0,15$ мм допустимая величина стачивания лезвия при прифуговке будет равна ($\gamma = 35^\circ$, $\beta = 40^\circ$)

$$\tau = \frac{0,15}{\operatorname{tg}(40+35) - \operatorname{tg} 35} = 0,0495 \text{ мм.}$$

9. *Изменение точности фрезерования.* Точность размеров обработанных деталей зависит от износа и затупления лезвий фрезерного инструмента. При работе лезвия режущего инструмента монотонно изнашиваются, затупляются, укорачиваются по биссектрисе угла лезвий (рис. 40).

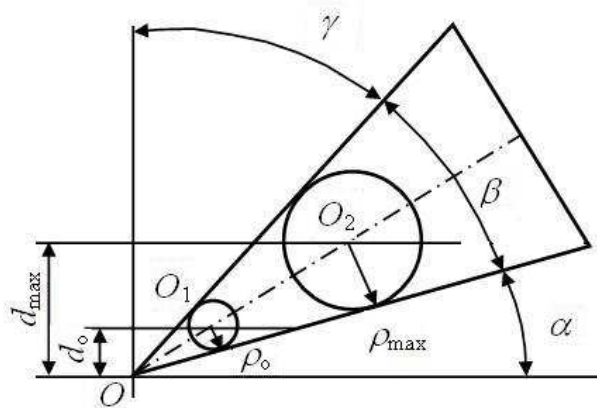


Рис. 40. Схема к расчету положения плоскости резания

Если острое лезвие имеет радиус закругления режущей кромки ρ_0 , то плоскость резания расположена от оси абсцисс на расстоянии

d_o . Если лезвие имеет радиус закругления ρ_{\max} , то плоскость резания проходит на расстоянии d_{\max} от оси абсцисс.

Обработанная поверхность древесины расположена ниже плоскости резания на величину остаточной деформации $\Delta_o = \rho \varepsilon_o$, где ε_o – относительная остаточная деформация. Таким образом, при обработке внешних поверхностей затупление лезвия приводит к увеличению размера, а при обработке внутренних поверхностей – к уменьшению размера детали.

Из рис. 40 следует, что предельно допустимое значение радиуса закругления режущей кромки в момент отказа станка по параметру «точность»

$$\rho_{\max} = \frac{d}{e - \varepsilon_o} + \rho_o, \quad (11)$$

где $e = \frac{\sin(\alpha + \beta/2)}{\sin(\beta/2)}$;

d – величина укорочения радиуса фрезы при затуплении лезвий, мкм.

Обработать деталь точно по номинальному размеру практически невозможно. Поэтому каждый номинальный размер ограничивают двумя предельными отклонениями: нижним ei и верхним es , которые образуют поле допуска. Величина поля допуска определяется качеством (степенью точности допусков размера). Допуск IT качества q равен $ITq = es - ei$.

Пример. На сверлильно-пазовальном станке обрабатываются гнезда под шипы шириной 8Н13 мм и длиной $l = 40$ мм. Начальный радиус закругления боковых режущих кромок $\rho_o = 5$ мкм, углы резания $\alpha = 15^\circ$, $\beta = 40^\circ$, число зубьев фрезы $Z = 2$. Поле рассеяния размеров на станке $\omega = 180$ мкм (определяется методом статистической обработки выборки размеров деталей), относительная остаточная деформация $\varepsilon_o = 0,2$. Скорость осевой подачи $V_{s1} = 0,1$ м/мин, частота вращения фрезы $n = 3000$ мин⁻¹, число двойных ходов фрезы $n_1 = 90$ мин⁻¹.

Определить момент наступления отказа технологической системы по параметру “Точность”.

Решение. Гнездо обрабатывается хвостовой фрезой диаметром $D=8$ мм. При затуплении боковых режущих кромок диаметр фрезы уменьшается.

1. По ГОСТ 6449.1-82 находим поле допуска на линейный размер 8 мм IT13 = 220 мкм.

2. Находим величину запаса поля допуска

$$\delta_z = IT13 - \omega = 220 - 180 = 40 \text{ мкм.}$$

3. По мере затупления фрезы запас поля допуска сокращается. Принимаем величину сокращения поля допуска на одну сторону

$$d = \delta_z / 2 = 40 / 2 = 20 \text{ мкм.}$$

4. Определим значение выражения

$$e = \frac{\sin(\alpha + \beta / 2)}{\sin(\beta / 2)} = \frac{\sin(15 + 40 / 2)}{\sin(40 / 2)} = 1,677.$$

5. Находим предельно допустимый радиус закругления режущей кромки

$$\rho_{\max} = \frac{d}{e - \varepsilon_o} + \rho_o = \frac{20}{1,677 - 0,2} + 5 = 15,7 \text{ мкм.}$$

В этот момент наступает отказ технологической системы. При дальнейшей работе получается брак.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемая книга очерков по истории обработки древесины резанием показывает важность леса и древесины в жизни людей и государства. В «Курсе Русской истории» В. А. Ключевский писал: «Лес оказывал русскому человеку разнообразные услуги – хозяйственные, политические и даже нравственные: обстраивал его сосной и дубом, отапливал березой и осиной, освещал его избу березовой лучиной, обувал его липовыми лаптями, обзаводил домашней посудой и мочалом».

Лес богат запасами древесины, которую для использования в хозяйственных нуждах люди постоянно учились обрабатывать различ-

ными режущими инструментами с использованием разнообразных станков. И в этом накоплен огромный опыт. Из опыта прошлого современные люди знают, что для резьбы по дереву лучше подходит древесина липы, она не заменима в изготовлении сувениров, игрушек, резного декора для украшения дома, различной деревянной посуды. Деревянные дома лучше строить из древесины сосны, ели. Так делали всегда. Для изготовления срубов колодцев, бочек, спичек лучше использовать древесину осины.

С учетом исторического опыта, изобретений прошлых лет создаются современные дереворежущие инструменты: топоры, пилы шлифовальные инструменты и др. Форма режущих инструментов, материалы, из которых они изготавливаются, все пришло из прошлого.

Изучая эволюционное развитие режущих инструментов и станков, современные специалисты могут предсказывать направление развития объектов техники.

Наконец, изучая историю развития деревообработки, мы можем осознать, кто мы есть. Мы Россияне. Наши предки заселили территорию современной России около 2 млн. лет назад. Наши пращуры, объединившись, создали древнерусское государство со столицей в городе Киеве, пережили монголо-татарское иго, прошли через множество разрушительных войн и создали современную Россию.

В развитии деревообработки отметились великие люди России: Петр I – первый Император Всероссийский, реформатор России, Андрей Константинович Нартов, первый изобретатель токарного станка с подвижным суппортом, Иван Иванович Ползунов, изобретатель паровой машины и двух цилиндрового парового двигателя, Иван Петрович Кулибин, разносторонний изобретатель, создатель первого в мире деревянного арочного однопролетного моста, Иван Августович Тиме, основоположник науки о резании древесины.

Научные труды целой плеяды российских ученых И.А. Тиме, П.А. Афанасьева, К.А. Зворыкина, А.Н. Челюскина, Я.Г. Усачева, М.А. Дешевого, А.Л. Бершадского, А.Э. Грубе, Ф.М. Манжоса, С.А. Воскресенского, Е.Г. Ивановского и многих других позволили создать российскую школу обработки древесины резанием. Эта школа сейчас считается ведущей в мире.

Библиографический список

1. Деревянная посуда Руси. <http://www.perunica.ru/Традиции>»
Опубликовал: svasti asta от 20 сентября 2009.
2. **Бочка своими руками.** <http://www.umeltsi.ru/>
3. Пашков В.К. История науки о резании древесины. Лекции/В.К. Пашков. Екатеринбург: УГЛТУ, 2013. 60 с.
4. Пушкарева О.В. История развития обработки древесины, начиная с древних времен до настоящего времени/ О.В. Пушкарева, В.Г. Новоселов. Екатеринбург: УГЛТУ.
5. Рыбаков Б.А. Очерки по истории русской деревни X-XIII вв./Б.А Рыбаков. М.: Издательство «Советская Россия», 1956. 268 с.
6. Мышов М.С. История токарного станка. <http://masters.donntu.org/2008/mech/myshov/ind/index.htm>.
7. Кожурин. С. От топора до мельницы /С. Кожурин.
http://www.lesindustry.ru/issues/li_n66/Ot_topora_do_melnitsi_741/
8. Любомиров П. Г. Из истории лесопильного производства в России в XVII, XVIII и начале XIX вв./П.Г. Любомиров // Исторические записки. М., 1941. С. 222-249.
9. Песоцкий Н.А. Механическая заготовка дров/Н.А. Песоцкий. М.: Государственное техническое издательство, 1925. 185 с.
10. Пуля О. Пилы из углеродистой стали/О. Пуля. Мир строительства. 2007. С. 62. http://www.art-ollen.ru/pdf/pdf-mirstroy/13-mirstroy_11-2007_62-65.pdf
11. Шегельман И. Р. Лесные трансформации (XV-XXI вв.)/ И. Р. Шегельман. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. 240 с.
12. Глебов И.Т. Конструкции и эксплуатация деревообрабатывающих машин/ И.Т. Глебов. СПб.: Издательство «Лань», 2012. 352 с.
13. Фонкин В.Ф. Лесопильные станки и линии / В.Ф. Фонкин. М.: Издательство «Лесная промышленность», 1980. 320 с.
14. Афанасьев П.С. Конструкции деревообрабатывающих станков /П.С. Афанасьев. – М.: Госнаучтехн. издательство машиностроительной литературы, 1960. – 690 с.

15. Кучеров, И.К. Станки и инструменты лесопильно-деревообрабатывающего производства /И.К. Кучеров, В.К. Пашков. М.: Издательство «Лесная промышленность», 1970. 560 с.

16. Новикова О.Н. Философские проблемы науки и техники. Лекции./О.Н. Новикова. Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. 37 с.

17. Малышев В.И. Роль первых исследователей в создании начальных положений науки о резании материалов в XIX веке/В.И. Малышев. Тольятти (Россия): Вектор науки ТГУ. № 2 (20), 2012

18. Панченко К.П. Русские ученые – основоположники науки о резании металлов. Жизнь, деятельность и избранные труды И.А. Тиме, К.А. Зворыкина, Я.Г. Усачева, А.Н. Челюскина/ К.П. Панченко. М.: 1952. 220 с.

19. Глебов И.Т. Резание древесины/И.Т. Глебов. СП-б.: Издательство «Лань», 2010. 256 с.

20. Глебов, И.Т. Зависимость сил резания от направления строгания и ширины кромок фанеры/ И.Т. Глебов, В.В.Глебов. Лесной журнал, №1, 2014. С.87...91.

21. История России https://ru.wikipedia.org/wiki/История_России

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1 Изделия из древесины	6
1.1. Материал для изделий	6
1.2. Породы древесины российского леса	7
1.3. Точеные изделия	12
1.4. Бондарные изделия	14
1.5. Деревянные ковши и ложки	15
1.6. Мастерство русских плотников и столяров	18
1.7. Кораблестроение	19
2 Орудия труда	22
2.1. Режущие инструменты	22
2.1.1. Рождение режущих инструментов	22
2.1.2. История развития режущих инструментов	24
2.1.3. Современные инструментальные материалы	28
2.2. Развитие технологии, машин и станков	32
2.2.1. Вехи деревообработки	32
2.2.2. Термины и определения	33
2.2.3. Токарный станок	34
2.2.4. Развитие мануфактуры в России	39
2.3. Развитие фабрично-заводского производства в России	43
2.3.1. Рабочие машины для валки и разделки деревьев	43
2.3.2. Развитие железнодорожного транспорта	47
2.3.3. Производство пиломатериалов	50
2.3.4. Эволюция круглопильных деревообрабатывающих станков	54
3 Развитие науки о резании древесины	63
3.1. Понятие о науке	63
3.2. Первые эмпирические знания о резании древесины	64
3.3. Рождение науки о резании древесины	67
3.4. Научные школы	77
3.5. Итоги развития школы А.Л. Бершадского	77
Заключение	86
Библиографический список	88

Учебное издание

Иван Тихонович Глебов

Очерки по истории обработки древесины резанием

Учебное пособие